



**T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTAKYA KAHVESİNİN AROMA PROFİLİ ÜZERİNE DEPOLAMANIN
ETKİSİ**

Ezgi GÜNAY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MART-2019**



T.C.

HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTAKYA KAHVESİNİN AROMA PROFİLİ ÜZERİNE
DEPOLAMANIN ETKİSİ**

Ezgi GÜNAY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MART-2019**

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTAKYA KAHVESİNİN AROMA PROFİLİ ÜZERİNE
DEPOLAMANIN ETKİSİ

Ezgi GÜNAY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Yahya Kemal AVŞAR danışmanlığında hazırlanan bu tez **15/03/2019** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yahya Kemal AVŞAR
Başkan

Prof. Dr. Fahrettin GÖGÜŞ
Üye

Prof. Dr. Zehra GÜLER
Üye

Kod No: alınacak

Prof Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 305

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

15/03/2019

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Ezgi GÜNAY

ÖZET

ANTAKYA KAHVESİNİN AROMA PROFİLİ ÜZERİNE DEPOLAMANIN ETKİSİ

Antakya kahvesi, Türk kahvesinden daha yüksek sıcaklıklarda kavrulma derecesine maruz kaldığından daha koyu renkte ve daha acı tatta olan yöresel bir kahvedir. Bu çalışmada ekonomik öneme sahip ve metalize ambalajlarda paketlenmiş Antakya kahvesinin (öğütülmüş ve pişirilmiş) aroma profili ve diğer kimyasal özelliklerinde oda sıcaklığında raf ömrü boyunca meydana gelen değişimler izlenmiştir. Uçucu bileşenler statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon tekniği ile ekstrakte edilip gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ve gaz kromatografisi-olfaktometre (GC-O) teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırma sonuçları toz Antakya kahvesinde 17 (4 pirazin, 4 furan, 5 pirol, 2 fenol, 1 asit ve 1 lakton) pişirilmiş kahvede ise 4 uçucu bileşen (2 furan, 1 pirol ve 1 fenol) bulunduğunu göstermiştir. Olfaktometrik analizlerde ise toz kahvede 15, pişirilmiş kahvede ise 13 bileşen belirlenmiştir. Olfaktometre portunda ise GC-MS ile tespit edilemeyen iki bileşik (metiyonal ve 2-izobütil-3-metoksipirazin) varlığını göstermiştir. Aroma ekstraksiyon dilüsyon analizi, toz Antakya kahvesinin aromasında 2,6-dimetilpirazin, furfural, metiyonal, 2-izobütil-3-metoksi-pirazin, 2-asetil-6-metilpirazin, 2-furanmetanol, gama bütirolakton, 2-asetilpirol ve 2-metoksi-4-vinilfenolün en önemli aroma aktif bileşikler olduğunu ortaya koymuştur. Depolama boyunca, özellikle 15. günden sonra, hem uçucu hem de aroma aktif bileşenlerde önemli düzeylerde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, kahvedeki odunsu aromanın ön plana çıkmasına neden olmuştur.

2019, 46 sayfa

Anahtar kelimeler: Antakya kahvesi, uçucu bileşenler, aroma aktif bileşenler, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi, gaz kromatografisi-olfaktometri

ABSTRACT

EFFECT OF STORAGE ON AROMA PROFILE OF ANTAKYA COFFEE

Antakya coffee is a traditional coffee which is subject to higher roasting temperature than Turkish coffee; thus, it is darker and bitter. In this study, the volatile and aroma active compounds of Antakya coffee packed in metalized packing was monitored during a 30 day storage at ambient temperature. Volatiles were extracted using static headspace solidphase microextraction and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography-olfactometry techniques.

GC-MS results revealed the 17 volatiles (4 pyrazines, 4 furans, 5 pyrroles, 2 phenols, 1 acid and 1 lactone) in grounded coffee and 4 volatiles (2 furans, 1 pyrrole and 1 phenol) in brewed coffee. Olfactometric analysis showed the presence of 15 aroma active compounds in grounded coffee and 13 in brewed coffee. At sniffing port, two compounds, methional and 2-isobutyl-3-methoxypyrazine, were detected, which had not been found in GC-MS. According to aroma extraction dilution analysis (AEDA), 2(5)6-methylpyrazine, furfural, methional, 2-isobutyl-3-methoxypyrazine, 2-acetyl-6-methylpyrazine, 2-furanmethanol, gamma-butyrolacton, 2-acetylpyrrole and 2-metoxy-4-vinylphenol were the most important compounds contributing to the aroma of grounded Antakya coffee. During storage, both volatiles and aroma active compounds decreased yielding a coffee aroma with dominant wood note which was perceived as staling.

2019, 46 pages

Key Words: Antakya coffee, volatile compounds, aroma active compounds, gas chromatography-mass spectrometer, gas chromatography-olfactometer

TEŞEKKÜR

Bu konuda bana alıŐma olanağı sağlayan, araŐtırmalarım ve tezimin yazımı sÜresince yol gÖsteren ve desteğini esirgemeyen danıŐmanım Prof. Dr. Yahya Kemal AVŞAR'a sonsuz teŐekk¼rlerimi sunarım. Ayrıca gaz kromatografisi-k¼tle spektrometresi çalıŐmalarımda bana yardımcı olan Tarla Bitkileri Araştırma GÖrevlisi Pelin BAHADIRLI'ya teŐekk¼r ederim.

ÇalıŐmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen aileme de sonsuz teŐekk¼r ederim. Bu tezi, t¼m Öğrenim hayatım boyunca madd¼, manev¼ b¼y¼k fedak¼rlıklar yaparak benim bu noktaya gelmemi sağlayan aileme ithaf ediyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1 GİRİŞ.....	1
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3 MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Pişirme	17
3.2.2. Renk Analizi	17
3.2.3. Titrasyon Asitliği ve pH	18
3.2.4. Statik Tepeboşluğu Katıfaz mikroekstraksiyon (SPME)	18
3.2.5. Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS).....	19
3.2.6. Gaz kromatografisi-olfaktometri (GC-O)	20
3.2.7. Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analizi (AEDA)	20
3.2.8. Aroma Aktif Maddelerin Tanımlanması	20
3.2.9. Aroma Aktif Maddelerin Miktarının Belirlenmesi.....	21
3.2.10. Duyusal Analiz	21
3.2.11. İstatistiksel Analizler	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	22
4.1. Uçucu Bileşikler	22
4.1.1. Furanlar	22
4.1.2. Pirazinler	25
4.1.3. Piroller.....	27
4.1.4. Fenolik Bileşikler.....	29
4.1.5. Diğer Bileşikler	30
4.1.6. Kimyasal Sınıflara Göre Toplam Değişimler	32
4.2. Aroma Aktif Bileşikler.....	33
4.2.1. Toz Kahvede Aroma Aktif Bileşikler	33
4.2.2. Demleme Kahvede Aroma Aktif Bileşikler	33
4.3. Asitlik	37
4.4. Renk	38
4.5. Duyusal Analiz	39

5. SONUÇ ve ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1	Gaz kromaotografisi-kütle spektrometresi (Thermo Fisher Scientific, ABD)	19
Şekil 3.2.	Gaz kromatografisi-olfaktometri (Shimadzu GC2010, Japonya)	20
Şekil 4.1.	Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) kullanılarak statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (SHS-SPME) yöntemi ile belirlenen toz Antakya kahvesine ait kromatogram	23
Şekil 4.2.	Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) kullanılarak statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (SHS-SPME) yöntemi ile belirlenen demleme Antakya kahvesine ait kromatogram	23
Şekil 4.3	Toz Antakya kahvesinde furan miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).	24
Şekil 4.4	Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin furan konsantrasyonunun ($\mu\text{g}/\text{kg}$) 30 gün boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)	25
Şekil 4.5.	Toz Antakya kahvesinde pirazin miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).	26
Şekil 4.6.	Toz Antakya kahvesinde pirol miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).	27
Şekil 4.7	Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin pirol konsantrasyonunun 30 gün boyunca değişim ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).	28
Şekil 4.8	Toz Antakya kahvesinde fenolik bileşik miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).	29
Şekil 4.9	Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin fenolik bileşik konsantrasyonunun ($\mu\text{g}/\text{kg}$) 30 gün boyunca değişimi($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).....	30
Şekil 4.10.	Toz Antakya kahvesinde asetik asit miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)	31
Şekil 4.11.	Toz Antakya kahvesinde <i>gama</i> -butirolakton miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)	

		31
Şekil 4.12.	30 günlük depolama süresince Antakya kahvesinin uçucu profilindeki değişimler.	32
Şekil 4.13	Toz Antakya kahvesinin oda sıcaklığında 30 gün boyunca titre edilebilir asitliğindeki değişimi (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)	37
Şekil 4.14	Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin 30 günlük muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişim (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)	37
Şekil 4.15	Toz Antakya kahvesinin oda sıcaklığında 30 gün boyunca $L^* a^* b^*$ değerlerindeki değişim (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)	38
Şekil 4.16.	Demleme Antakya kahvesinin oda sıcaklığında 30 gün boyunca $L^* a^* b^*$ değerlerindeki değişim (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).....	38
Şekil 4.17.	Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin 30 günlük muhafaza süresi boyunca duyusal değerlerindeki değişim.....	39
Şekil 4.18.	Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin 30 günlük muhafaza süresince lezzet karakteristiklerindeki değişim	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 4.1. Toz Antakya kahvesinin statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (HS-SPME) ile gaz kromatografisi-olfaktometre (GK-O) cihazında saptanan aroma-aktif bileşiklerin, koku tanımı, alıkonma indeksleri (RI), referans alıkonma indeksi (RIRef) ve Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analiz (AEDA) sonuçları (n=3) 35
- Çizelge 4.2. Demlenmiş Antakya kahvesinin statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (HS-SPME) ile gaz kromatografisi-olfaktometre (GK-O) cihazında saptanan aroma-aktif bileşiklerin, koku tanımı, alıkonma indeksleri (RI) ve Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analiz (AEDA) sonuçları (n=3) 36



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AEDA	: Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analizi
AID	: Alev İyonizasyon Dedektörü (Flame Ionization Detector)
FDF	: Flavor Dilüsyon Faktörü
GC	: Gaz Kromatografisi
MS	: Kütle Spektrometresi
O	: Olfaktometri
RM	: Referans madde
RI	: Alıkonma Zamanı (Retention Index)
SHS	: Statik tepeboşluğu (Static Head Space)
SPME	: Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (Solid Phase Micro Extraction)
T	: Tentatif

1.GİRİŞ

Kahve, *Rubiaceae* ailesine ait *Coffea* cinsi bir ağacın meyve çekirdeklerinden hazırlanan bir içecektir. Ticareti yapılan *Coffea Arabica* ve *Coffea Robusto* olmak üzere önemli iki türü vardır. Dünya Gıda ve Tarım Organizasyonu (F.A.O.) kaynaklarına göre dünyada 2017 yılı itibariyle üretimi 9212169 tondur. Yılda ortalama 400 milyar bardak tüketildiği ve sudan sonra en çok tercih edilen içecek olduğu düşünülmektedir (Fernandes ve ark., 2005). Kahve bitkisi ticari değeri olan 2 türe sahip olmasına rağmen kahve içeceğinin birçok çeşidi bulunmaktadır. Kahve çekirdeklerinin kavurma dereceleri, öğütme farklılıkları ve pişirme teknikleri dünyadaki kültürel zenginlikleri açığa çıkarmaktadır.

Dünyada kahvemizin Türk kahvesi olarak tanınmasının nedeni kahve çeşidi ince öğütülmesi ve pişirme tekniği bize ait olmasıdır. Hatay kültüründe ise kahve yapılan sözlü görüşmede (Şahin, 2015) tarafından aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

“Kahve, Hatay mutfak geleneğinin ayrılmaz bir parçasıdır kültürüdür. Hatay denilince bildiğimiz Türk kahvesi geleneği dışında çifte kavrulmuş, kaynatılmış ve köpüksüz kahve ikramı akla gelir. Bilindiği üzere Ülkemiz genelinde köpüklü ve fincanda ikram edilen kahve yaygındır. Eve gelen misafir çayın yanında kahve ile ağırlanır. Hatay’da kahvenin tadı, iki kez kavrulmuş veya çifte kavrulmuş ya da çifte çekilmiş olmasından dolayı biraz daha acıdır. Ancak bu kültürün parçası olanlar için bu acılık sıradanlaşmıştır. Üstelik kahve denilince genelde bir tepsiye dizilen kahve fincanları ve tam ortaya yerleştirilen su bardağı eşliğinde servis geleneği en yaygın olanıdır. Hatay’da bu yaygın geleneğin yanında süvari olarak adlandırılan, çay bardağında içilen kahve ikramı da sıkça tercih edilen bir servis şeklidir. Özellikle Antakya’da ‘süvari’ dediğiniz zaman sizin çay bardağı ile kahve istediğiniz hemen anlaşılmaktadır. Ancak bu bardaklar son dönem kalın ve büyükçe olan cam bardaklardan değil, bilinen klasik cam çay bardaklarıdır. Günün her saati her misafire kahve ikram edilmeden gönderilmez. Gelen misafire, kaynamış mı köpüklü mü, fincan mı süvari mi diye de sorulur ve yudumlanarak sohbete devam edilir.”

Kahve bitkisinin çeşidi, yetiştirilme koşulları, işleme yöntemleri, kavurma derecesi, partikül büyüklüğü ve demleme yöntemi kahvenin duyu özelliklerini etkileyen faktörlerdir (Illy ve Viani, 2005). Genel olarak bakıldığında kavurma ile birlikte ısıya maruz kalan kahve çekirdeklerinde hücre yapısının patlamasıyla birlikte çekirdekte kimyasal olarak bağlanan aromatik bileşiklerin serbest kaldığı düşünülmektedir

(Bhumiratana ve ark., 2011). Kavurma sırasında kahve çekirdeklerinden nem uzaklaştırıldıkça nişastanın şekere dönüşümüyle birlikte karamelizasyon başlar ve 205°C ye ulaşıldığında ısı ayrışma sonucu gerçekleşen kimyasal değişimle karbon dioksit, aldehitler, ketonlar, eterler, asetik asit, metanol, yağlar, gliserol gibi uçucu bileşikler ortaya çıkar. Bu kimyasal değişim devam ettikçe farklı sıcaklıklarda farklı uçucu bileşiklerin oluşmasıyla birlikte çekirdekte lezzet ve koku değişimi gerçekleşmektedir (Illy ve Viani, 2005). Kavrulma sırasında açığa çıkan uçucu bileşikleri demleme sırasında mevcut kılmak müşteri tercihi açısından ticari kriter olarak düşünülmektedir (Bhumiratana ve ark., 2011).

Kahvenin aromasını oluşturan uçucu bileşiklerin pek çoğu kavrulma sırasında parçalanmak suretiyle reaksiyona giren ve kompleks karışımlar oluşturan bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Uçucu bileşiklerin son kompozisyonunu etkileyen faktörden biri de depolama koşullarıdır. Kavrulmuş kahve oksijene ve su buharına çok duyarlı bir üründür. Çok kolay nem çeker. Ayrıca içerdiği karbondioksit gazını depolama sürecinde yitirir. Uçan karbondioksit gazı kavrulmuş kahvenin lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerin bir bölümünü de birlikte sürükler. Bu nedenle koruyucu gaz (karbondioksit) eşliğinde ambalajlama tercih edilmeli veya vakum ambalajlama uygulanmalıdır (Üçüncü, 2000).

Kahve aroması her zaman için araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bu amaçla 1960 yılından beri değişik ekstraksiyon teknikleri kullanılarak uçucu bileşikleri belirlenmiştir (Zlatkis ve ark., 1960; Lopez-Darias ve ark., 2011; Mondello ve ark., 2005; Rocha ve ark., 2004; Maeztu ve ark., 2001; Deibler ve ark., 1998; Bicchi ve ark., 1997). Günümüze kadar kahvede 800 civarında uçucu bileşiğin belirlendiği bildirilmektedir (Sunarharum ve ark., 2014).

Ancak, Türk kahvesinin uçucu bileşenleri ve aroma aktif bileşenleri üzerindeki çalışmalar yok denecek kadar azdır. Amanpour ve Selli (2015), Türk kahvesi ile French press kahve arasındaki uçucu ve aroma aktif bileşikleri sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile karşılaştırır iken, Arkadaş ve Avşar (2018) yüksek vakum tekniği kullanılarak Antakya kahvesinin üretimi esnasındaki uçucu bileşen profilindeki değişimi göstermişlerdir.

Bu çalışmada, giderek yaygınlaşan ve gastroturizmde önemli bir marka haline gelen Antakya mutfağının ve günlük yaşantısının ayrılmaz bir parçası olan Antakya kahvesinin ticari olarak iç ve dış pazarlara sunulması için paketlemesinde yaygın olarak kullanılan metalize ambalajlarda oda sıcaklığında depolanması esnasında aroma

profilindeki değişimlerin etkisi hem toz kahvede hem de demlenmiş kahvede araştırılmıştır. Böylece endüstride kullanılan ambalajların etkinliği ve uygunluğu konusunda veri elde edilmiştir. Bu verilerin Antakya kahvesinin coğrafi işaretler yönünden tescillenmesinde kullanılacağı düşünölmektedir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Merritt ve ark. (1963), kütle spektrometresi analizi ile kahve aromasının çeşitli bileşenlerini tanımlanmıştır. Öğütülmüş kavrulmuş kahve içerisindeki uçucu bileşikler yüksek vakum altında sıvı azot sıcaklığında bir alıcının içine damıtılarak toplanmış, kütle spektrometresinden doğrudan fraksiyon 20'den fazla bileşiğin varlığını göstermiştir. Tanımlanan bileşikler arasında, furanlar, aldehitler, esterler, alkoller, nitriller ve sülfür bileşikleri bulunmaktadır. Kullanılan örnekleme, fraksiyonlama ve doğrudan kütle spektrometrik analiz ile minimum örnek işleme yapılmış ve numunenin kaybedilmesi ve/veya kirlenmesi olasılığı ortadan kalkmıştır. Isıdan arındırılmış vakumla damıtılmayla daha iyi temsil eden bir örnek elde edilmiştir.

Semmelroch ve Grosch (1995), olfaktometrik teknikler kullanarak, 2,3-butandion, 2,3-pentadion, 3-metil-2-butantiyol, metiyonal, 2-furfuriltiyol ve 3-merkaptot-3-metilbutilformatın Arabica ve Robusta kahvelerin aromasında anahtar rol oynadığını belirlemişlerdir.

Gretsch ve ark. (2000), kahveyi en iyi temsil eden aromatik ekstraktı sağlayan çeşitli yöntemleri karşılaştırmayı amaçlamıştır. Beş farklı ekstraksiyon yöntemi karşılaştırılmıştır: karbondioksit ile süper kritik akışkan ekstraksiyonu, eşzamanlı distilasyon ekstraksiyonu, basınç altında yağ geri kazanımı ve su veya organik solvent ile vakum buhar sıyırma. Buna ek olarak, Arabica Colombia kahvesi üç farklı kavurma seviyesinde kullanılmıştır. Yeşil kahve, az kavrulmuş ve orta kavrulmuş kahve. Ekstraktların duyuusal testi, su ile vakum buhar sıyırmanın üç kahvedeki en temsilcisi aroma özütünü sağladığını göstermiştir.

Sanz ve ark. (2001), kavrulmuş öğütülmüş Arabica kahvesi içindeki uçucuları statik tepe boşluğu ile ekstraksiyon yöntemi ile analiz etmek için dengelenme zamanı ve sıcaklığı faktörlerini incelemiştir. 60, 80 ve 90 ° C olmak üzere üç dengeleme sıcaklığı incelenmiş, hepsinin aynı kalitatif profili bulunmasına karşın 90 ° C'de 80 ° C veya 60 ° C'den daha fazla uçucu bileşik meydana gelmiştir. Uçucu bileşiklerin ekstraksiyonu, 30, 45, 60, 80, 100, 120 ve 150 dk. olmak üzere yedi farklı denge süresinde incelenmiştir: Kahvede 26 furan, 20 keton, 20 pirazin, 9 alkol, 9 aldehit, 8 ester, 6 pirol, 6 tiyofen, 4 sülfür bileşiği, 3 benzenik bileşik, 2 fenolik bileşik, 2 piridin, 2 tiazol, 1 oksazol, 1 lakton, 1 alkan, 1 alken ve 1 asit olmak üzere yüz yirmi iki uçucu bileşik tespit edilmiştir.

Baggenstoss ve ark. (2008), kavurma işlemlerinin zaman-sıcaklık kombinasyonlarının kahve içerisindeki aroma oluşumunun kinetiğine etkisi araştırmıştır. 16 aroma bileşiğinin gelişimi ve kahve çekirdeklerinin fiziksel özellikleri izlenmiştir. Buna ek olarak, aşırı kavurmanın aroma bileşimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Düşük sıcaklıkta kavurma süresi ile karşılaştırıldığında, yüksek sıcaklıkta-kısa süre kavurma, aroma oluşumunun fiziksel özellikleri ve kinetiğinde önemli farklılıklar yarattığı tespit edilmiştir. Aşırı kavurmayla genelde aşırı kızdırma sırasında konsantrasyonları artmaya devam eden heksanal, piridin ve dimetil trisülfid haricinde uçucu maddeler azalmış veya stabil miktarda uçucu maddenin oluşmasına neden olmuştur. Kavurma süresince kahve çekirdeği sıcaklığının özdeş gelişimi boyunca, aroma üretiminin kinetiği, her iki işlemde de benzer bulunmuştur.

Korhonová ve ark. (2009), tepe boşluklu katı faz mikro ekstraksiyonu gaz kromatografisi-kütle spektrometresi ile birleştirilmiş, 30 ticari olarak temin edilebilir kahve numunesindeki uçucu bileşiklerin tayininde uygulanmıştır. Arabika ve Robusta kahveyi birbirinden ayırmak ve karakterize etmek için altı önemli uçucu bileşik (asetik asit, 2-metilpirazin, furfural, 2-furfuril alkol, 2,6-dimetilpirazin, 5-metilfurfural) en uygun belirteçler olarak seçilmiştir. Ham kromatografik verilere kümeleme analizi ve ana bileşen analizi (PCA) uygulanmış logratio dönüşümü ile işlenmiştir. Bunların belirteç olarak kullanılabilmesi, kahve çeşitliliği veya coğrafi kökeni ayırt etmek için önemli olabileceğini bildirmişlerdir.

Oliveira ve ark. (2009), kavrulmuş arpayla yapılan hileli kahve karışımları için farklı kavurma derecelerinde, saf ve karışık kahve ve arpanın uçucu profillerini karşılaştırmalı olarak analiz etmiştir. Metodoloji, öğütülmüş kavrulmuş kahve ve arpanın çeşitli numunelerinin tepe boşluğundan alınan ve GC-MS'e verilen bir tekniğe dayanmaktadır. Tepe boşluklarının toplanması ve konsantrasyonu, katı fazlı mikro-ekstraksiyon (SPME) ile yapılmıştır. Saflaştırılmamış ve saflaştırılmış numunelerin ayrılması, elde edilen kromatografik veriye ana bileşen analizi (PCA) uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Kavurma derecesinin en yüksek olduğu durumlarda, karışık kavrulmuş kahve numunelerinde kavrulmuş arpanın daha kolay ayırt edilebildiğine ulaşılmıştır.

Kavurma, kahvenin renk, aroma ve lezzet gelişimini mümkün kıldığı için kahve üretiminde çok önemli bir adımdır. Aynı zamanda kavurma, polisiklik aromatik

hidrokarbonlar (PAH) gibi istenmeyen bileşimlerin oluşmasına neden olabilir. Bu makalede kütle spektrometrik dedektörleri ve gaz kromatografisi ile ekstraktın analizi yapılmış; saflaştırma işlemlerinin ekarte edilmesiyle, sabunlaştırma ve küçük hacimli hekzan ile sıvı-sıvı özümlemeye dayanan bir yöntemle PAH tayini yapılmıştır. İncelenen 28 bileşiğin toplam konsantrasyonu, kahve demindeki konsantrasyonların (Σ PAH) toplamı olarak ifade edildiğinde 0.52 ila 1.8 $\mu\text{g}/\text{L}$ arasında; kanserojen PAH'lar ise 0.008 ila 0.060 $\mu\text{g}/\text{L}$ arasında değişmiştir. Sonuçlar, kahvenin kanserojen PAH'ların günlük insan alımı için çok önemli olmayan miktarlarla bulunduğunu göstermiştir. Hesaplanan izomerik oranlar, kahve numunelerinin çoğunda tespit edilen PAH'ların yüksek sıcaklık işlemlerinden kaynaklandığını teyit etmiştir (Orecchio ve ark., 2009).

Bhumiratana ve ark. (2011), Etiyopya, Hawaii ve El Salvador yeşil kahve çekirdeklerinde kahve aromasının gelişimi üzerine kavurma, öğütme ve demleme derecesinin etkisini araştırmıştır. Oldukça eğitilmiş bir panel kullanılarak, 15 aromatik duyu özellik belirlenmiş ve bunların yeşil tane, kavrulmuş tane (hafif, orta ve koyu), öğütülmüş kahve ve demlenmiş kahve içindeki miktarları belirlenmiştir. Varyans analizi (ANOVA) ve ana bileşen analizi (PCA) her bir hazırlama aşaması / basamağı için ayrı ayrı yapılmıştır. ANOVA, yeşil tanede kahve ile alakalı aromatik özelliklerinin düşük olduğunu ve yeşil, küf, toprak ve ekşi aromatikler açısından yüksek olduğunu göstermiştir. Genel olarak, hafif kavurmayla her aşamada daha tatlı bir aroma algılanmış olup daha koyu kavurmalarda ise kahve tüketicileri (kahve, kavrulmuş, yanmış) gibi tipik "kahve" özelliklerini daha çok algılamıştır. Aroma profillerinin, kahve çeşitlerine kıyasla hazırlama aşamaları ve kavurma derecelerinden daha fazla etkilendiği saptanmıştır.

Chin ve ark. (2011), kahve içerisindeki uçucu bileşenleri, hem GC-olfaktometri (GC-O) hem de kapsamlı iki boyutlu GC-alev iyonizasyon algılama ($\text{GC} \times \text{GC-FID}$) içeren bir kombine sistem kullanılarak analiz etmiştir. Kahve aromasından sorumlu koku verici maddelerin özellikle 2-metil-2-butenal, 2- (metoksimetil) -furan, dimetil trisülfid, 2-etil-5-metil-pirazin, 2-oktenal, 2-furankarboksaldehit, 3-merkapt-3-metil-1-bütanol, 2-metoksi-3- (2-metilpropil) -pirazin, 2-furanmetanol ve izovalerik asit olduğu saptanmıştır.

Kıvançlı (2011), hafif, orta ve koyu kavrulmuş Türk tarzı kaynatılmış kahvenin karakteristik uçucularını tepe boşluklu katı fazlı mikro ekstraksiyon / gaz kromatografisi-kütle spektrometresi ve duyu lezzet profili analizi ile incelemiştir. Türk usulü

kaynatılmış kahve numunelerinden furanlar, pirazinler, piroller, fenoller, piridinler, ketonlar, oksimler, alkoller, aldehitler, tiofenler, benzenler ve terpenler de dahil olmak üzere 65 tane uçucu bileşik izole edilmiştir. Lezzet profili analizi ile Türk kahvesinin kavrulmuş / yanmış, acı, asitli, bitter, tuzlu, kuru, odunsu, fermente edilmiş, toprak ve tütün benzeri lezzet özellikleri gösterdiği saptanmıştır. Türk kahvesinin, kavrulmuş / yanmış, baharatlı, odunsu ve fermente edilmiş lezzet özelliklerini veren furan, pirazin, piroller ve fenollerce zengin olduğu sonucuna varılmıştır.

Makri ve ark. (2011), Yunan kahvesi üzerine çalışmış, Yunan kahvesindeki uçucu indeksleri tanımlamış ve depolamada sıcaklık ve su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak değişimlerini modellemiştir. Yunan kahve örnekleri sabit su aktiviteleri a_w (0.15, 0.22, 0.33, 0.52) ile dengelenmiş ve sabit sıcaklıklarda (25, 35, 45 ° C) depolanmıştır. Uçucu bileşiklerin profili, Purge&trap-gaz kromatografisi-kütle spektrometresi metodolojisi kullanılarak doğrudan öğütülmüş kahve örneklerinden elde edilmiştir. Furfural depolama sırasında Yunan kahvelerinin bayatlamasına iyi bir işaret olarak kabul edilmiş; kahvede aroma kaybı oranı sabitleri, k_{vol} ile ifade edilmiştir. Furfural değişiklikler depolama sıcaklığı ve su aktivitesi ile iyi korelasyon göstermiş; su aktivitesinin artması (0.33'in üstünde a_w değerleri için) ve depolama sıcaklığının (25 ila 45 ° C arasında) artması, Yunan kahvesi raf ömrünün azalmasına neden olmuştur. 25 ve 45 ° C sıcaklıklarda depolanan 0,52 su aktivitesinde kahve numunelerinin raf ömrü, sırasıyla 82-92 ve 20-23 gün olarak bulunmuştur. 45 ° C'de, su aktivitesinde 0.52'den 0.33'e düşüş ile raf ömrü 20-23'den 36-41 güne yükselmiştir. Ek olarak, kahve aroma kaybı, duyuşal değerlendirme (aroma yoğunluğu ve genel izlenim için puanlar, 1-9) temel alınarak ifade edilmiştir. Kahve demlerinin duyuşal puanlamaya dayalı kahve aroma kaybı için hız sabitleri hesaplanmıştır (k_{sens}). Depolama sıcaklığı ve su aktivitesinin k_{vol} ve k_{sens} üzerindeki etkilerini tanımlayan 3 parametrenin kapsamlı bir matematiksel modeli, evde depolama sırasında Yunan kahvesi için raf ömrünün (SL) hesaplanmasına olanak tanıyarak geliştirilmiştir.

Ribeiro ve ark. (2011), yeşil kahve çekirdeklerinin farklı tür paketlerde depolanması boyunca fiziksel, kimyasal ve duyuşal niteliklerini ölçmeyi amaçlamıştır. Kahve Ekim 2008'den Eylül 2009'a kadar Brezilya'da bir tarım toplumu deposunda depolanmıştır. İki tip paketleme kullanılmıştır: %60'a kadar CO₂ enjekte edilmiş kontrollü atmosferde hava geçirmez büyük torbalar ve modifiye atmosferde aynı

torbaların CO2 enjekte edilmemiş. Torbalar üç örnekleme pozisyonundan oluşmuştur (yüksek, orta ve düşük).12 aylık periyot boyunca 3 aylık aralıklarda taneler onların su içeriğini, rengini, elektriksel iletkenliğini, potasyum lüksiviasyonunu ve şeker içeriğini belirlemek için incelenmiş ve duysal analiz yapılmıştır. Araştırma sonuçları kontrollü ve modifiye atmosfer koşulları altında hava geçirmez büyük torbalarda depolanan yeşil kahve çekirdeklerinin 12 aylık periyottan fazla yaşayabildiğini ortaya koymuştur. Büyük torbalarda paketlenmiş kahve kalitesini korumuş ve paketlenme boyunca tanelerin yeşil renginde yoğunlaşma meydana gelmiştir. Kontrollü atmosfer içerisindeki kahve çekirdeklerinin duysal analizi orta örnekleme durumunun en iyi sonucu verdiğini göstermiştir. Bu analizin sonuçları, CO2 ile hava geçirmez torbalarda depolama tekniğinin, kahve çekirdeğinin duysal kalitesini korumak için kullanılan yöntemlerin etkinliğini potansiyel olarak artırabildiğini göstermiştir.

Pacetti ve ark. (2012), Arabica kahvenin fiyatı Robusta'nın iki katından fazla olduğundan, kavrulmuş kahve karışımı kompozisyonunun hızlı ve güvenilir bir yöntemle belirlenmesi için İtalyan Espresso kahvesi ticari karışımları üzerine çalışmıştır. Kahweol (K) 'nin pik alanları toplamının 16-O-metilkafestol (16MCF) ın pik alanlarına bölüdüğü bir GC-FID yöntemi geliştirilmiştir. İç / dış standart kullanılmamıştır. Bilinen bileşime sahip karışımlarda 34 örnek ve saf çeşitlerden 48 numune $R^2 = 0.998$ olan bir kübik polinom fonksiyonu oluşturmak için kullanılmıştır. Kavurma koşulları sonuçları etkilememiştir. Sekiz ticari harmanlama (% 0-90 Robusta arasında değişen oranda) göz önüne alındığında, iddia edilen ile tahmin edilen bileşim arasında hiçbir önemli fark bulunamamıştır ($P = 0.817$).

Cheong ve ark. (2013) dört Asya kahvesi çeşidinin uçucu ve fenolik bileşenlerini karşılaştırmıştır. Tayland'dan (Doi Chang), Endonezya'dan (Sidikalang ve Sidikalang Kopi Luwak) ve Çin'den (Yunnan) Arabica kahve çekirdeklerinin uçucu bileşenleri diklorometan kullanılarak özütlenmiş ve duysal verilerle ilişkilendirilmiştir. Saptanan uçucu bileşiklerin toplam konsantrasyonları 1239.04 ppm (Yunnan), 1084.18 ppm (Doi Chang), 1016.17 ppm (Sidikalang) ve 845.53 (Sidikalang Kopi Luwak) olmuştur. Sidikalang Kopi Luwak kahvesinin, dengeli ve en uygun aroma profiline sahip olduğu saptanmış ancak genel profilinin Sidikalang'inkine benzediği bulunmuştur. Sırasıyla 8,32 ppm ve 12,63 ppm kükürt içeren bileşikler ile Doi Chang ve Yunnan kahveleri arasında farklılık algılanmıştır. Yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeklerinin fenolik bileşimleri de

potansiyel antioksidan aktivitelerini değerlendirmek için belirlenmiştir. Sidikalang kahve çekirdeğinin toplam polifenol içeriğinin, dört kahve çeşidi arasında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan aktiviteleri, difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) ve ferrik indirgeyici antioksidan güç analizleri (FRAP) kullanılarak ölçölmüştür. Yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdekleri arasında radikal süpürme aktivitesi benzerken, Arabica Sidikalang çeşidi en yüksek ferrik azaltıcı kapasite ile en antioksidan olarak kaydedilmiştir ($p < 0.05$).

Miyazato ve ark. (2013), kavrulmuş Brezilya Arabica kahvesinde aroma aktif bileşikleri araştırmıştır. Kavrulmuş ve demlenmiş kahveden ekstrakte edilen uçucu yağa Aroma Seyreltme Ekstresi Analizi (AEDA) uygulanmış ve 34 aroma aktif bileşik ortaya koyulmuştur. Bunların arasında keskin kokulu bilinmeyen bir koku-aktif bileşik tespit edilmiştir. Uçucu yağ, silika jel kolon kromatografisi ile fraksiyonlaştırılmıştır. Önemli miktarda bileşik ihtiva eden fraksiyonda gaz kromatografisi-olfaktometri (GC-O) ve çok boyutlu gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (MDGC-MS) ile başlangıçta siklik 1,4-diketon, cis-2,6-dimetil-1,4-sikloheksandion tanımlanmıştır. Örnek deneyler cis-2,6-dimetil-1, 4-sikloheksandionun alkali koşullar altında şekerlerin, özellikle de monosakaritlerin termal bozunması yoluyla olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca monosakaritlerin termal degradasyon ürünleri olan 2-hidroksi-3-pentanon ve 1-hidroksi-2-propanonun cis-2,6-dimetil-1,4-sikloheksandionun oluşumu ile yakından ilişkili olduğu ortaya koyulmuştur.

Özdestan (2014), dokuz biyoaktif amin ve beş mineralin seviyelerinin yanı sıra farklı markalarda yerli ve yabancı Türk kahvelerinde pH, renk, toplam kül ve kuru madde özellikleri, ilk kez tespit etmiştir. Aminler, trikloroasetik asit (TCA) ile ekstrakte edilmiş ve ters fazlı yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile nicelleştirilmiştir. Çalışılan dokuz biyoaktif aminden, pütresin, kadavrain, tiramin ve serotonin tüm kahve numunelerinde tespit edilmiştir. Serotonin, hem öğütölmüş hem de demlenmiş kahvelerde egemen olan biyoaktif amin olarak saptanmıştır. Öğütölmüş kahve içerisindeki toplam amin seviyeleri 126.0 mg / kg'dan 352.2 mg / kg'a değişmiştir. Demlenmiş kahve içerisindeki toplam amin seviyeleri 5.679mg / L'den 48.88mg / L'ye değişmiştir. Beş mineralin (Mg, Mn, Zn, Na, K) konsantrasyonları hem öğütölmüş hem de demlenmiş kahve numunelerinin kuru mineralizasyondan sonra belirlenmiştir. Toplam mineral içeriği, yüksek çözünörlöklü sürekli alevli atomik absorpsiyon spektrometresi

(HR-CS-FAAS) ile analiz edilmiştir. Potasyum hem öğütülmüş hem de demlenmiş kahvelerde hakim mineral olarak bulunmuştur. Öğütülmüş ve demlenmiş kahvenin toplam mineral içeriği sırasıyla 12673.2 mg / kg ve 1014.8 mg / L olarak saptanmıştır. Öğütülmüş ve demlenmiş Türk kahvesi örneklerinin biyoaktif aminler, mineraller (Na hariç), renk değerleri (L *, a *, b *), toplam kül ve toplam kuru madde içeriği arasında anlamlı farklılıklar olduğu ortaya koyulmuştur (P <0.05).

Petisca ve ark. (2013), furanik bileşiklerin ve diğer uçucu bileşiklerin başlıcalarının profilini, üç farklı hızda kavrulmuş Arabica ve Espresso kahvelerinde tepe noktası katı faz mikro ekstraksiyonu GC / MS ile değerlendirmiştir. Öğütülmüş kahvede ve Espresso kahvesinde sırasıyla 113 ve 105 uçucu bileşik tespit edilmiştir. Bunlar aşağıdaki kimyasal sınıflara ayrılmıştır: furanlar, piroller, piridinler, pirazinler, ketonlar, hidrokarbonlar, aldehitler ve diğerleri. Temel Bileşen Analizi (PCA) 'ndan elde edilen sonuçlar, furanlar ve pirollerin düzeylerinin Espresso örneklerinde daha yüksek olduğunu, buna karşın pirazinlerin ve ketonların öğütülmüş kahvede daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Orta ve hızlı kavurma hızı, keton oluşumunu desteklerken, yavaş kavurma hızı piridinlerin oluşumunu desteklemiştir. Öğütülmüş numunelerde en baskın furanik bileşikler furfural alkolü takiben furfural asetat, 2-furfural, 2-metilfuran ve 5-metilfurfural olarak bulunmuştur. Espresso örneklerinde, 2-metilfuran, 2-furfural, furfural format, 5-metilfurfural ve furfural asetat seviyeleri büyük oranda artarken, furfural alkol oranı öğütülmüş kahveye kıyasla çok azalmıştır. Hızlı kavurma Espresso kahvesinde 2-furfural ve 5-metil furfural oluşumunu arttırmıştır.

Piccino ve ark. (2014), özel kahve grubunu standartlaştırmayı desteklemek için servis sıcaklığının fonksiyonu olarak kahve lezzet algısını ve salımını araştırmıştır. Kahve çeşidi Bourbon Caturra, 31 ° C ila 62 ° C arasında değişen altı servis sıcaklığında değerlendirilmiştir. Kahve örnekleri, dinamik tepe boşluğu örnekleme gaz kromatografisi-kütle spektrometresi ve yudumla tükür tadım tekniğini kullanarak analiz edilmiştir. Alifatik ketonlar, alkilpirazinler, bazı furanlar ve piridinler, 50 ° C nin üzeri sıcaklıklarda en belirgin biçimde artmıştır. Uçucu salınım profilindeki değişiklikler, gözlemlenen bazı duyuşal farklılıkları açıklamıştır. 'Ekşi', 'tütünsü' ve 'tatlı' tatlar çoğunlukla 31-44 ° C'de servis edilen kahveler ile ilişkiyken, 50 ° C ve 62 ° C arasında servis edilen kahveler genel olarak 'yoğun' 'kavrulmuş' ve 'acı' ile ilişkilendirilmiştir.

Kıvançlı ve Elmacı (2014), Türk kahvesinin lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerinin gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS) analizi ile saptanmasında en uygun izolasyon yönteminin belirlenmesi amacıyla çalışma yapmıştır. Bu amaçla tepe boşluğundan ekstraksiyon ve sıvı-sıvı ekstraksiyon yapılmış ayrıca dört farklı fiber (Poliakrilat-PA, Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen-PDMS/DVB, Divinilbenzen/ Karboksen/Polidimetilsiloksan-DVB /CAR /PDMS , Karboksen / Polidimetilsiloksan CAR/PDMS) denenmiş tepeboşluğu/katı faz mikroekstraksiyon (HS/SPME) teknikleri uygulanmıştır. Türk kahvesi örneğinde direkt tepe boşluğundan izolasyon yöntemiyle 25, sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemiyle 29, HS/SPME izolasyon yöntemiyle PA fiber kullanılarak 14, PDMS/DVB fiber kullanılarak 49, DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak 65, CAR/PDMS fiber kullanılarak 63 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. İzole edilen uçucu bileşen sayıları, tanımlanamayan bileşen oranları, farklı bileşik gruplarına duyarlılıkları ve duyuşal terim karşılıkları açısından değerlendirildiğinde en uygun yöntemin DVB/CAR/PDMS fiberin kullanıldığı HS/SPME yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Ludwig ve ark. (2014), kahve içerisindeki heterosiklik uçucu bileşikleri güçlü antioksidanlar olarak ileri sürülmüştür ve ana uçucu bileşiklerin kahvenin genel antioksidan kapasitesine gerçek katkısını değerlendirmek üzerine bir çalışma yapmıştır. Toplam 622 uçucu bileşik statik tepe boşluğu-gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (SH-GC-MS) ile Arabica ve Robusta kahvesinde tanımlanmış ve miktarlandırılmıştır. ABTS (2,2'-Azino-bi (3-etilbenzo-tiyazonil-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu) ve DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil) metodu ile antioksidan aktivitesi en yüksek heteosiklik bileşikler (7 Furan (F), 3 piroller (Py) ve 2 tiyofen (Th)), aldehitler (5) ve diketonlar (2) farklı konsantrasyonlarda model sistemlerinde değerlendirilmiştir. Tüm heterosiklik uçucu maddelerin (Fu-Py-Th) sahip olduğu model sisteminin en aktif olduğu ve bunu piroller ve furanların izlediği saptanmıştır. Tiofenler, 100 kat da dahil olmak üzere tüm konsantrasyonlarda radikal süpürücü olarak etkisiz bulunmuştur. Aldehit ve ketonların heterosiklik uçucu maddelere kıyasla önemsiz aktiviteler gösterdiği saptanmıştır. Buna ek olarak, yalnızca furanlar doğrusal konsantrasyona bağlı antioksidan aktivite sergilemiş ve ABTS için sadece 2-metil-tetrahidrofuran-3-on ve pirol ün; DPPH için 1-metilpirol un kahve antioksidan aktivitesinden sorumlu uçucu bileşikler olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte kahvede heterosiklik uçucu bileşiklerin, genel antioksidan kapasitesine

katkısının, 100 katlı konsantre Fu-Py-Th model sisteminde bile, neredeyse önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Rendon ve ark. (2014), lipit oksidasyonunun doğal kahveyi ve çekilmiş doğal kahveyi nasıl etkilediğini, kahvedeki değişikliklerin 15 aylık depolama boyunca oksidatif süreçlerle nasıl ilişkilendirdiğini doğrulamayı amaçlamıştır. Bu süre zarfında, serbest yağ asitleri (1.4-3.8 mg / g yağ), TBARS değerleri (8.8-10.2 nmol MDA/g) ve karbonil grupları (2.6-3.5 nmol/mg protein) gibi içeriğinde değişiklikler meydana gelmiştir. Kahvede dinlendirilmiş kahve lezzetinin yoğunluğu artmış (2.1-6.7) ve 5-kafeoilkinik asit konsantrasyonu azalmıştır (5.2-4.6 g/100 g). Çekirdeklerin canlılığı, renkleri ve hücre yapısında da kayıplar gözlemlenmiştir. Kimyasal analizlerin tüm sonuçlarının depolama sırasında kahvede oluşan oksidatif prosesle tutarlı olduğu saptanmış bu nedenle oksidasyonun aynı zamanda hücresel yapının kaybı, çekirdeklerin canlılığı ve duyuşal değişimlerden sorumlu olacağı tespit edilmiştir.

Amanpour ve Selli (2015), iki farklı kahve demleme yöntemiyle elde edilen Türk kahvesi (TC) ve Fransız pres kahvesini (FPC), gaz kromatografisi-kütle spektrometresi tekniği ile analiz etmiştir. Uçucu bileşiklerin ekstre edilmesi için diklorometan ile sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapılmıştır. Furanlar, laktonlar, fenolik bileşikler, piridinler, pirazinler, asitler, siklopentenler, piroller, furanonlar, ketonlar, alkoller, aldehytler ve tiollerini içeren toplam 60 ve 58 uçucu bileşik sırasıyla TC ve FPC' de tanımlanmış ve nicelleştirilmiştir. Tespit edilen bileşikler arasında furanlar en yüksek seviyelerde bulunmuş, bunu takiben laktanlar bulunmuştur. Furfuril alkol, γ -butirolakton, piridin, heksadekanoik asit, maltol, 2-metil pirazin ve furfuril asetat her iki kahvede de büyük miktarda bulunmuştur. Her iki numunenin de uçucu profillerinin oldukça benzer olduğu gözlenmiştir. Koku aktivitesi değerlerine (OAVs) göre, 13 uçucu bileşiğin OAV' lerinin 1 den büyük olduğu ve guaiacol, 2,3-butandion ve furfuril asetatın her iki kahve numunesindeki en yüksek koku aktivitesi değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

Çağlarımak ve Ünal (2015), uçucu bileşikler yönünden çok zengin kompozisyona sahip olan kahvenin aroma bileşikleri incelenmiştir. Kahvenin aroma bileşiklerini; kahvenin türü, orijini, kavurma işleminin ve kavurma işleminin ilgili parametreleri (kavurma sıcaklığı, kavurma süresi, kavurmanın yapıldığı ekipmanın türü, kahvenin çözünürlüğü, depolanması) gibi faktörlerin etkilediği belirtilmiştir. Kahvenin

son aromasını daha ziyade kavurma işleminin etkilediği saptanmış, ısıl işleme bağlı olarak yeni bazı bileşenlerin oluştuğu ifade edilmiştir.

Bressanello ve ark. (2016), kahve uçucu fraksiyonunun kimyasal bileşimini duyuşal özellikleriyle ilişkilendirmeyi amaçlamıştır ve nihai hedef insan duyuş profillemesini tamamlayıcı bir enstrümantal analiz yaklaşımı geliştirmektir. Kahvenin aroması ve lezzeti öğütölmüş kahvede HS-SPME ve demlenmiş kahvede ise SBSE / SPME örneklemeş ile GC-MS'i kombine ederek değeriendirilmiştir. Belirli duyuşal özelliklere sahip kavrulmuş kahve numuneleri analiz edilmiş, üç örnekleme elde edilen kimyasal sonuçlar, çok değışkenli analiz ile karşılaştırılmış ve örneklerin duyuşal özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Üç örnekleme yaklaşımı arasındaki farklılara rağmen, veri işlemede üç yöntemin örnek ayırımı için yararlı olan aynı tür kimyasal bilgileri sağladığı ve bunların kahve aroması ve lezzetini örnekleme için birbirlerinin yerine kullanılabilereği saptandı.

Dulsat-Serra ve ark. (2016), koku eşiklerinin aşırı düşük olması nedeniyle, çok düşük konsantrasyonlarda bile önemli bir duyuşal etkiye sahip tiyoller üzerine çalışmıştır. Tiyoller, kahve kavurma işleminin sırasında oluşur ve tipik "kahve" ve "kavrulmuş" kokulardan sorumlu önemli koku maddeleri olarak tanımlanır ve bu da kahvenin duyuşal özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Özellikle reaktifler ve oksidasyona eğilimli olurlar; kavrulmuş kahve depolanırken ve bir demlenmiş kahve hazırladıktan sonra hızlı tükenmeleri, duyuşal kalitenin azalması ve kahvenin bayatlaması ile ilişkilendirilmiştir. Bu sebeplerden dolayı, onların oluşum ve bozulma mekanizmalarını belirlemenin kahvenin duyuşal kalitesini korumamıza ve duyuşal özelliklerini modüle etmemize yardımcı olabileceğini tespit etmiştir. Kahve aroması son yıllarda çokça incelenmiş ve belli uçucu tiyollerin rolünün en üst düzeyde olduğu açıkça görölmüştür.

Mortas ve ark. (2016), farklı miktarda şeker (20 mL kahveye 0,2,4 veya 8 g) içeren geleneksel yöntemle hazırlanmış Türk kahvesi ve hazır kahve örneklerinin demlenme prosesinin 5-hidroksimetilfurfural, 2-furilmetilketon ve 2-furoik asit seviyelerine etkisini, diyot dizisi detektörü ile yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ile analiz etmişlerdir. Furfurallerdeki en yüksek değışim, sırasıyla 8 g şeker içeren geleneksel ve hazır Türk Kahvesi örneğinde gözlenmiştir. Sonuçlar hem geleneksel olarak hazırlanmış hem de hazır Türk kahvesi örneklerinde, şeker konsantrasyonu arttıkça 5-hidroksimetilfurfural, 2-furilmetilketon ve 2-furoik asit konsantrasyonlarının arttığını göstermiştir. Kahve

demleme metodu ve şeker konsantrasyonunun, Türk kahvesinin furfural içerikleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Geleneksel olarak hazırlanan ve hazır Türk kahvesi örnekleri için, Türk popülasyonu için günlük furfural alımı, 8.14-13.54 ve 9.36-10.25 $\mu\text{g kg}$ vücut ağırlığı olarak hesaplanmıştır ve bu değer günlük furfural alımı kabul edilebilir günlük alım değeri olan vücut ağırlığı başına 0.5 mg'in altında olduğu ortaya koyulmuştur.

Yang ve ark. (2016), aynı kaynaktan elde edilen kahve çekirdeklerini beş yaygın kahve kavurma kusuruyla (açık, yakılmış, koyu, fırında pişmiş ve az gelişmiş) ilgili aroma bileşiklerini tanımlamak için altı zaman-sıcaklık profili kullanarak kavurmuştur. Otuz yedi uçucu aroma bileşiği daha önce kahve kokularına sahip oldukları belirlendiği ve tüm demlenmiş kahvelerde tanımlandığı temel alınarak seçilmiş; bu aroma bileşikleri tepe boşluğu mikro katı ekstraksiyonu ile gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC-MS) kullanılarak değerlendirilmiştir. 37 önemli aroma bileşiğinden bazılarının, her bir kahve kavurma hatasında belirgin bir şekilde değiştiği gözlenmiştir. Açık kavurma için indol, yakılmış için 4-etil-2-metoksifenol, koyu için fenol, fırında pişmiş için maltol ve az gelişmiş için 2,5-dimetilfuran belirgin şekilde değişen bileşikler olarak saptanmıştır.

Dong ve ark. (2017), oda sıcaklığında kurutma (RTD), güneş kurutma (SD), ısı pompalı kurutma (HPD), sıcak hava kurutma (HAD) ve dondurarak kurutma (FD) gibi farklı kurutma tekniklerinin, biyoaktif bileşenler, yağ asidi kompozisyonu ve kahve çekirdeklerinin uçucu bileşik profiline etkisini araştırmıştır. Veriler FD'nin yağ, organik asitler ve tekli doymamış yağ asitlerini korumanın etkili bir yöntemi olduğunu göstermiştir. HAD ise çoklu doymamış yağ asitleri ve amino asitleri tutmak için ideal olarak bulunmuştur. Farklı kurutulmuş kahve çekirdeklerinde 62 tane uçucu bileşik tespit edilmiştir. Kahve çekirdeklerinden HPD ile en fazla sayıda uçucu bileşik, FD ile ise en yüksek uçucu içeriği elde edilmiştir. Ana bileşen analizi, HPD, SD ve RTD yöntemleri arasında yakın ilişki olduğunu göstermiştir; FD ve HAD yöntemleri ise anlamlı derecede farklı bulunmuştur.

Lee ve ark. (2017), kahve kavurma işlemini tersine çevirmiş kavurma işlemine başlamadan önce öğütme yapılmıştır. Fizikokimyasal özellikler ve uçucu bileşik analizi geleneksel ve ters kahve kavurma işlemi ile hazırlanan kahve üzerinde yürütülmüştür. Geleneksel işlemle (C kontrol) kavrulmuş ve öğütülmüş kahve ve ters yönteminde (R tersi) ile hazırlanan önce öğütülmüş sonra kavrulmuş olmak üzere iki kahve örneği

alınmıştır. Sıcaklığının ve kavurma süresinin işareti olarak ticari kahvedeki L * değeri kullanılmıştır. R parçacık boyutu, % 21.0 oranında C'den anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p <0.05). Trigonellin miktarı C'de (264.23 µg /g) R'den anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p <0.05). L* değeri, nem içeriği ve pH'lar gibi diğer özellikler iki kahve numuneleri arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (p> 0.05). İki örnekte uçucu lezzet bileşiği profilleri biraz farklı bulunmuş, bu da potansiyel lezzet farklılıklarına işaret etmiştir.

Page ve ark. (2017), Espresso kapsülü tüketimi ile harcanmış kahve telvesi üretiminin (SCG) artmasıyla kapsüldeki kahve telvesinden elde edilen ham etanolik ekstraktın uçucu profili (VP), antioksidan aktivitesi (AA) ve güneş koruyucu faktörünü (SPF) değerlendirilmiştir. Elde edilen 70 uçucu bileşik kavrulmuş kahve yağındaki tipik bileşikler olarak bulunmuştur. Ayrıca, PCA kullanarak yapılan kemometrik analizle ekstraktlar ayrılıp gruplandırılmış ve ekstraksiyon işleminin tekrarlanabilirliği gösterilmiştir. Antioksidan aktivitesi 18.4 ile 23.6 (mg özü mg DPPH-1) ve güneş koruyucu faktörü 2.27 ile 2.76 arasında değişmiştir. Kahve telvesinin ham etanolik özütünün kozmetik ve gıda endüstrilerinde kullanılabilecek istenen özelliklere sahip olduğu saptanmıştır.

He ve ark. (2018), Arabica kahve üzerine çalışmıştır. Arabica kahve Çin'de bir alt tropikal tarım ürünüdür. Kavurmadan sonra bol miktarda uçucu bileşik elde etmek için bir dizi ısı reaksiyona girer, bu nedenle çok miktarda indirgeyici şeker ve amino asit kaybeder. Kavurmadan önce amino asitleri ile karbonil bileşiklerinin eklenmesi kahvenin besin içeriğini ve lezzetini korumayı sağlar. Bu çalışmayla maltoz ve lizin'i birlikte kahveye eklemenin aroma ve muhtemel ilgili mekanizmaları değiştirmesi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Arabica kahve mikrodalgada ısıtılmadan önce, aynı konsantrasyonda (0.25 mol L-1) maltoz ve lizin eklenmiştir. Maltoz ve Lizin kombinasyonunun kahvede pH ve kahverengileşmeyi önemli derecede (P≤0.05) etkilediği saptanmıştır. Doksan altı aromatik uçucu madde izole edilmiş ve tanımlanmıştır. On iki uçucu bileşik profili, koku ile bileşik içeriği arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Sonuçlar, reaktiflerin farklı kombinasyonunun, özellikle 2: 1 ve daha üzerindeki lizin / maltoz oranının genel aroma kalitesini değiştirdiğini göstermiştir.

Kim ve ark. (2018), farklı derecelerde kavrulmuş kahve numunelerinde kahve aromasına katkı sağlayan uçucuların belirlenmesi için kolorimetrik sensör dizisi (CSA)

geliştirmiştir. Strecker aldehitleri ve α -diketonlar, orta derece kavurmada diğer kavurma derecelerindekilere göre belirgin olarak daha yüksek olarak bulunmuştur. Birkaç sülfür bileşiminin gelişimi, hafif kavurmada saptanan dimetil sülfat hariç, orta derece ve koyu kavurmalarda saptanmıştır. Ana bileşen analizi veya hiyerarşik küme analizi ile birleştirilmiş CSA yöntemi, kavrulmuş kahve örneklerini kavurma derecesine göre başarıyla ayırt etmiştir. Kısmi en küçük kareler regresyon sonuçları, CSA cevaplarının uçucu bileşik konsantrasyonları ile korelasyonlu olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar CSA'nın kahve aroması bileşiklerine hızla cevap verebildiğini ve kahve aroması gelişimini tahmin edebildiğini göstermiştir.

Arkadaş ve Avşar (2018), yüksek vakum distilasyon ve gaz kromatografisi-kütle spektrometresi kullanarak Antakya kahvesinin üretim aşamaları boyunca uçucu bileşenleri belirledikleri çalışmada, 35 uçucu bileşimin (5 pirol, 9 pirazin, 10 furan ve 9 oluşumunu göstermişlerdir. Araştırmacılar uçucu bileşiklerin kahve tanesinin kavurma sıcaklığının 140°C'ye ulaştıktan sonra oluşmaya başladığını, sıcaklık arttıkça bir yandan yeni bileşikler oluşur iken diğer yandan da bir kısmının azaldığını göstermişlerdir. Araştırma sonucunda aynı zamanda furanların miktar olarak en çok oluşan kimyasal bileşik olduğu saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılacak örnekler, *Coffee Arabica* kahve çekirdekleri kullanılarak hazırlanmış olan çifte kavrulmuş, ince öğütülmüş (200-400 µm), ticari olarak metalize polipropilen ambalajlarda paketlenmiş 235Cde/5 dak kavrulduktan sonra (TKM-60X, Toper kahve makineleri, İzmir) Antakya kahvesi olarak satışa sunan Öksüzler firmasından (Antakya, Hatay) temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada metalize polipropilen ambalajlarda paketlenmiş çifte kavrulmuş Antakya kahvesinin 1 aylık depolama süresince açık ambalajlardaki aroma profilindeki değişim belirlenmiştir. Bu amaçla, depolama süresinin granül ve demlenmiş kahve örneklerinin kimyasal, fiziksel (kahvenin asitliği, rengi, uçucu bileşenleri ve aroma aktif bileşenleri) ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

3.2.1. Pişirme

Demlenmiş kahvede pişirme yönteminin standart olmasını sağlamak için Arçelik K-3300 Telve Türk Kahvesi Makinesi kullanılarak Antakya kahvesi hazırlanmıştır. Örneklerin pişirilmesinde Çamlıbel marka şişelenmiş içme suyu kullanılmış ve örnekler şekersiz hazırlanmıştır. Kahve üreticilerinin kullanım önerileri doğrultusunda pişirmede kullanılan kahve miktarı 5 g ve 65 mL'dir. Kahve fincanlarının genel hacmi 65 mL'dir.

3.2.2. Renk Analizi

Kahvenin renginin karakterizasyonu Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIE) önerdiği gibi $L^*a^*b^*$ renk sistemi ile belirlenmiştir. Bu ölçüm yönteminde L^*/L , ışık geçirgenlik değerlerini, 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgenlik), $(a^*/a$,

kırmızılık) ($a^*/-a$, yeşillik) ve (b^*/b , sarılık) ($-b^*/-b$, mavilik) değerlerini belirtmektedir. Bu değerler Hunterlab-ColorFlex EZ spektrofotometre (ABD) ile ölçülmüştür.

L*: Açıklık-Koyuluk Ekseni Değeri

a*: Kırmızı-Yeşil Ekseni Değeri

b*: Sarı-Mavi Ekseni Değeri

3.2.3. Titrasyon Asitliği ve pH

Granül kahvede asitlik tayini Santos ve ark. (2015) 'e göre yapılmıştır. On gram kahvenin içine %80 lik (v/v) 75 ml etanol ilave edilerek 16 saat karıştırıcıda tutulmuştur. Daha sonra karışım filtre edilip 10 kat seyreltilmiştir. Son olarak 25 ml ekstrakt 0,1N NaOH ile pH 8.2 ye ulaşana kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % asetik asit cinsinden ifade edilmiştir.

$$\% \text{ Toplam asitlik} = N. V. F. mEq / G = g/100 g$$

N: NaOH normalitesi

V: Harcanan (0.1N) NaOH miktarı (ml)

F: NaOH faktörü

mEq: Asetik asidin mili ekivalen ağırlığı (g)

G: Alınan örnek miktarı (g)

Demlenmiş kahvede ise asitlik oda sıcaklığına soğutulduktan sonra pH-metre (WTW İnoLab, Almanya) ile ölçülmüştür.

3.2.4. Statik Tepeboşluğu Katıfaz Mikroekstraksiyon (SHS-SPME)

Tepe boşluğu-katı faz mikroekstraksiyon tekniği Cserhádi (2010)'e göre gerçekleştirilmiştir. Toz kahveden 2,5 g Antakya kahvesi 20 mL'lik viyale alınmıştır. Viyal 70°C de 10 dakika bekletilmiş ve fiber yerleştirildikten sonra 40 dak. boyunca tepe boşluğundan adsorpsiyon sağlanmıştır. Seçilen fiber 50/30 µm kalınlığında 2 cm uzunluğunda divinilbenzen karboksen polidimetilsilokzen (DVB/CAR/PDMS, Supelco Inc., USA) fiberdir. Fibere adsorplanan örnek GC-MS in enjeksiyon portunda termal olarak desorbe edilmiştir.

Demlenmiş kahvede tepe boşluğu-katı faz mikroekstraksiyon tekniği Kıvançlı ve Elmacı (2014)'a göre gerçekleştirilmiştir. Pişirme başlığı altında anlatıldığı şekilde pişirilen Türk kahvesinden 20 mL kahve 40 mL'lik septalı viyale alınmıştır. 60°C'deki blok ısıtıcısında tutulan viyalin tepeboşluğuna SPME fiberi daldırılarak 30 dakika bekletilerek tepe boşluğunda biriken uçucu bileşenlerin fiber üzerine adsorbe edilmesi sağlanmıştır. Fibere adsorplanan örnek GC-MS in enjeksiyon portunda termal olarak desorbe edilmiştir.

3.2.5. Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS)

Gaz kromatografisi kütle spektrometresi (Şekil 3.1) analizlerinde ISQ kütle spektrometresi Trace GC Ultra'dan (Thermo Fisher Scientific) oluşan GC-MS kullanılmıştır. Uçucu bileşenlerin seperasyonunda ise HP-INNOWax (60m x 0,25mm, 0.50 µm film kalınlığında) silika kapiler kolon (Hewlett Packard, USA) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz akış hızı 1.6 mL/dk dır. Fırın sıcaklığı 50°C'ye ayarlanıp 2 dakika bu sıcaklıkta tutulmuş, sonra dakikada 5°C arttırarak 90°C'ye kadar çıkarılmış, ardından dakikada 2°C arttırılarak 220°C'ye çıkarılıp bu sıcaklıkta 15 dakika tutulmuştur. Enjeksiyon portunun sıcaklığı 250°C'ye ayarlanmıştır. Uçucu bileşiklerin belirlenmesinde Wiley 7 ve NIST0.5 kütüphanelerinden faydalanılmıştır.



Şekil 3.1. Gaz kromaotografisi-kütle spektrometresi (Thermo Fisher Scientific, ABD)

3.2.6. Gaz kromatografisi-olfaktometri (GC-O)

Olfaktometrik analizlerin gerçekleştirilmesinde, Shimadzu GC 2010 model (Japonya) gaz kromatografisi ve olfaktometri aparatı kullanılmıştır. Çalışma şartları ve analizler Avşar ve ark. (2004)'a göre gerçekleştirilmiştir. Olfaktometrik analizler, polar kolon (HP-INNOWax 30 m * 0,25 mm * 0,25 μ) ile gerçekleştirilmiştir. Fırın programı 40°C'de 5 dakika bekleme, 5°C/dak artış ile 200°C'ye ısıtma ve bu sıcaklıkta 15 dakika bekleme şeklindedir. Enjeksiyon portu ve FID dedektör sıcaklığı sırasıyla 240° ve 250°C'dir. Örnekler iki kişi tarafından koklanmıştır.



Şekil 3.2. Gaz kromatografisi-olfaktometri (Shimadzu GC2010, Japonya)

3.2.7. Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analizi (AEDA)

Aroma aktif bileşiklerin aromaya katkısını belirlemek için aroma ekstraksiyon dilüsyon analizi yapılmıştır. SHS-SPME tekniği ile ekstrakte edilen örnekler hem splittless hem de split (1:5, 1:25:, 1:125, 1:625) modda enjekte edilere koklamalar yapılmıştır (Deibler ve ark., 1999).

3.2.8. Aroma Aktif Maddelerin Tanımlanması

Aroma aktif maddeler bileşiminin alıkonma indeksi, kütle spektrometresi sonuçları ve koku özellikleri yardımıyla belirlenmiştir. Tutulma indeksinin hesaplanmasında C₈-C₄₀ alkan serisi kullanılmıştır (Van Den Dool ve Kratz, 1963).

3.2.9. Aroma Aktif Maddelerin Miktarının Belirlenmesi

Aroma aktif maddelerin miktarlarının belirlenmesi ekstraksiyon esnasında katılan GC-MS ile saptanan iç (internal) standardın (5 µL pentadekan, 2,1 µg/5 mL metanol) alanı ve GC/MS de elde edilen aroma aktif maddelerin alanları kullanılarak aşağıdaki formüle göre bağlı olarak hesaplanmıştır (Avşar ve ark., 2004).

$$\text{Relatif miktar } (\mu\text{g/kg}) = \frac{(\text{Aroma aktif maddenin alanı/iç standardın alanı}) \times \text{iç standardın miktarı} \times \text{düzeltme faktörü}}{\text{iç standardın miktarı} \times \text{düzeltme faktörü}} \quad (1)$$

3.2.10. Duyusal analiz

Hedonik skala kullanılarak çiğ ve demlenmiş/kahve örneklerinin duyusal özellikleri, görünüş, koku, tat bakımından değerlendirilmiştir (TS 13423,2010).

3.2.11. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler SPSS for Windows (SPSS Inc., USA) version 20 paket programı kullanılarak tanımlayıcı istatistik yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Uçucu Bileşikler

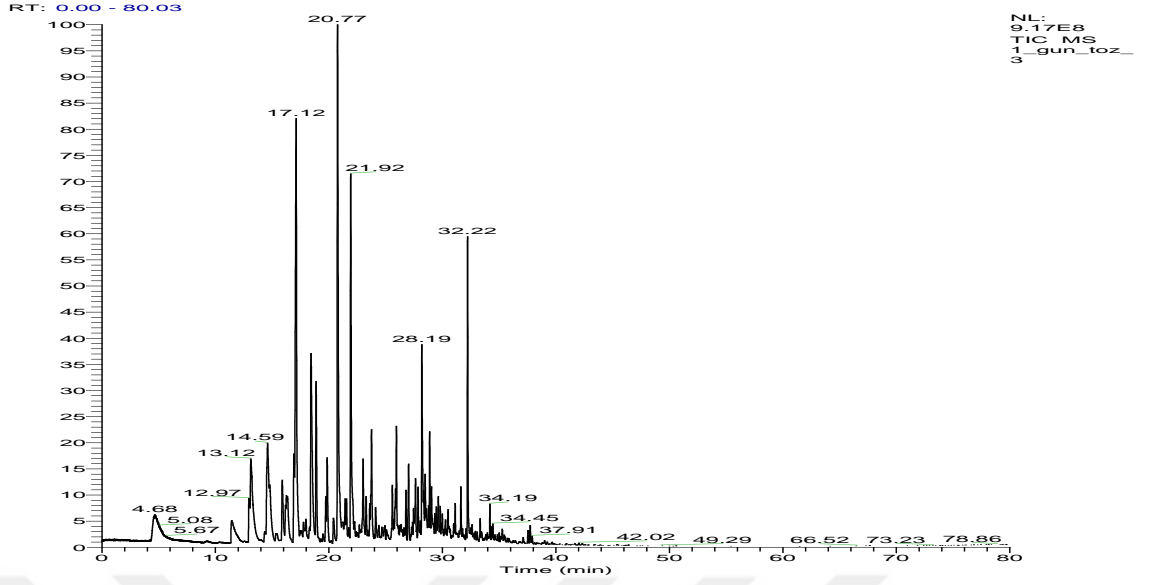
Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi kullanılarak SHS-SPME yöntemi ile toz ve demlenmiş Antakya kahvesinin uçucu bileşikleri belirlenmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2). GC-MS sonuçlarına göre Antakya kahvesinde 17 uçucu bileşik saptanmıştır. Uçucu bileşikler 6 kimyasal gruptan oluşmaktadır. Bunlar pirazinler, furanlar, piroller, fenoller, asitler ve laktonlardır. Benzer şekilde Petisca ve ark. (2013), kahvedeki uçucu bileşiklerin başlıcalarının profilini değerlendirmiş piroller, piridinler, pirazinler, ketonlar, hidrokarbonlar, aldehitler gibi kimyasal gruplardan oluştuğunu saptamıştır.

Kahve paketi açıldıktan sonra 1.gün yapılan toz kahve analizinde uçucu bileşiklerin konsantrasyonu 3791,04 µg/kg iken 30.günün sonunda konsantrasyon 1521,7 µg/kg'a düşmüş ve konsantrasyonda %40'lık bir azalma meydana gelmiştir.

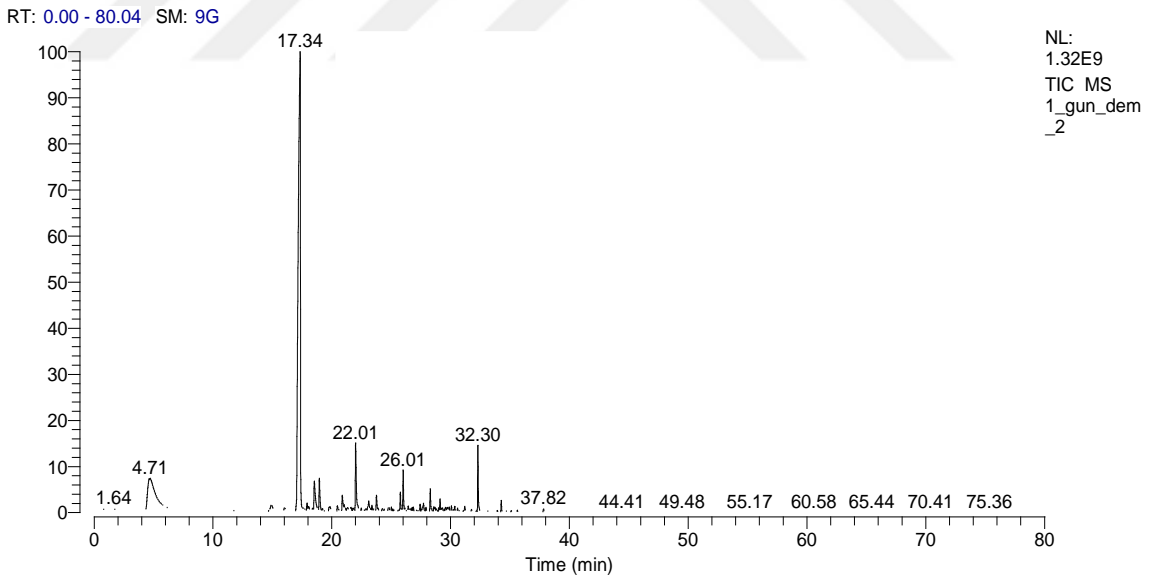
Demlenmiş kahvede ise uçucu bileşik sayı ve miktar olarak çok daha düşük seviyede tespit edilmiştir. Kahve paketi açıldıktan sonra 1.gün yapılan demlenmiş kahve analizinde uçucu bileşiklerin konsantrasyonu 140,0 µg/kg iken 30.günün sonunda konsantrasyon 31,6 µg/kg'a düşmüş ve konsantrasyonda %77'lik bir azalma meydana gelmiştir. Bu durum ürünün toz halinde iken daha stabil olmasına karşın demleme işlemi ile büyük oranda aroma kaybına uğradığını göstermektedir.

4.1.1. Furanlar

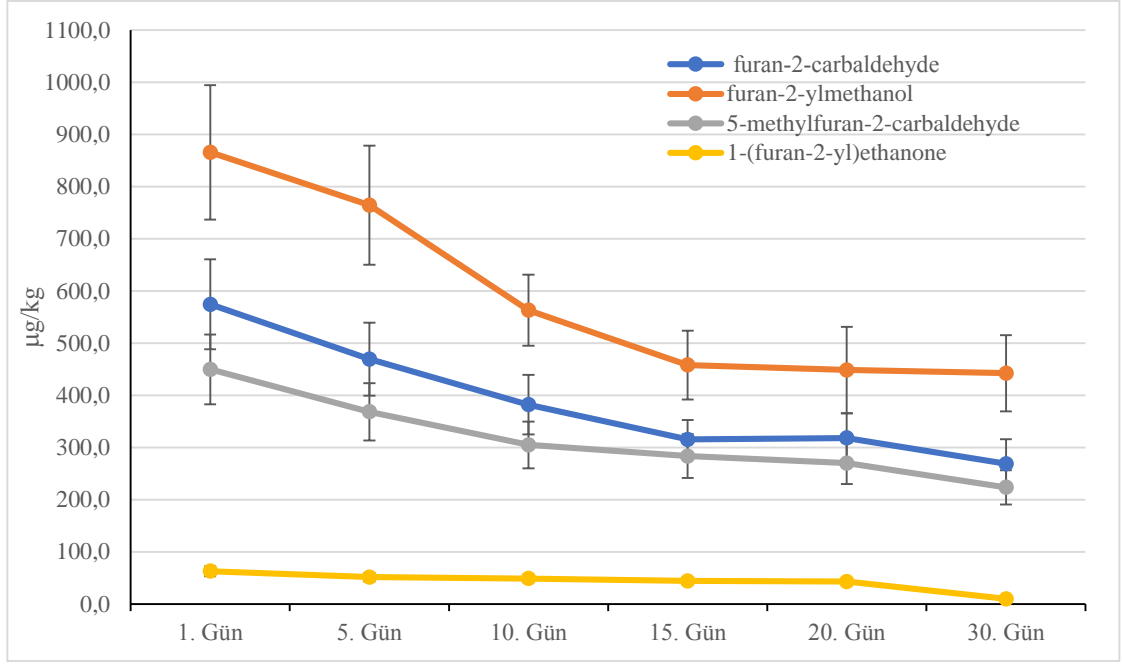
Toz Antakya kahvesinde saptanan furan bileşikleri ve bunların 30 günlük oda sıcaklıklarındaki muhafaza süresince gösterdikleri değişimler Şekil 4.3' de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere toz Antakya kahvesinde furan-2-carbaldehyde (furfural), furan-2-ylmethanol (furfuril alkol), 1-(furan-2-yl)ethanone (2-asetilfuran) ve 5-methylfuran-2-carbaldehyde (5-metilfurfural) olmak üzere 4 furan tespit edilmiştir. Furan-2-ylmethanol en yüksek miktarda bulunan furan bileşiğidir ve toplam furan bileşiklerinin yaklaşık %43'ünü oluşturmaktadır.



Şekil 4.1. Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi kullanılarak statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (SHS-SPME) yöntemi ile belirlenen toz Antakya kahvesine ait kromatogram.



Şekil 4.2. Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) kullanılarak statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (SHS-SPME) yöntemi ile belirlenen demleme Antakya kahvesine ait kromatogram.



Şekil 4.3. Toz Antakya kahvesinde furan miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).

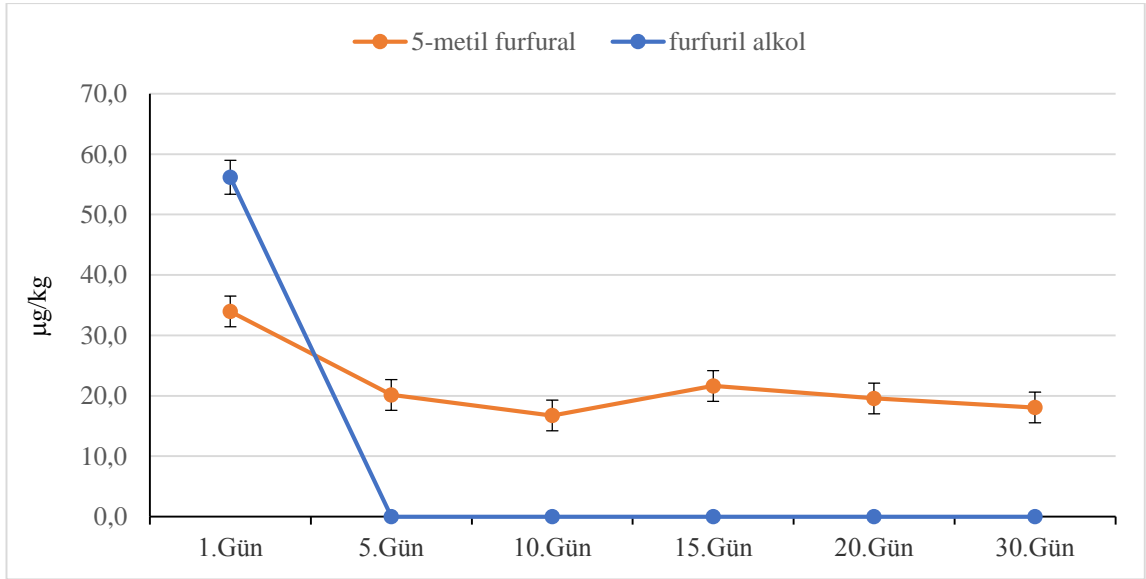
Depolama boyunca toplam furan miktarı 1.günden 15. güne kadar hızlı bir azalma gösterdikten sonra ilerleyen günlerinde azalma hızı daha düşük bir oranda kalmıştır. Paket açıldığında $1983,0 \mu\text{g}/\text{kg}$ olan toplam furan miktarı 15. günde $1113,9 \mu\text{g}/\text{kg}$ 'a, 30.günün sonunda ise $934,7 \mu\text{g}/\text{kg}$ 'a düşmüştür.

Furanlar öğütülmüş Antakya kahvesinde tespit edilen uçucu bileşenler içerisinde en yüksek oranda saptanan bileşiklerdir. Toplam uçucu bileşiklerin yaklaşık olarak %50'sini oluşturmaktadır. Kimyasal olarak O-içeren heterosiklik organik bileşikler olarak sınıflandırılmaktadırlar (Maga ve Katz, 1979). Fırınlanmış ve kavrulmuş ürünlerde yüksek konsantrasyonlarda tespit edilir. Karbonhidratların, amino asitlerin, askorbik asit, çoklu doymamış yağ asitleri veya karotenoidlerin termal bozunmasından oluşabilmektedir (Yaylayan, 2006). Furanlar, malt ve tatlı kavrulmuş aromalar sergiler (Akiyama ve ark., 2007).

Furanların Antakya kahvesindeki kavrulma esnasındaki oluşumu Arkadaş ve Avşar (2018) tarafından, Türk kahvesi ve French press kahvesindeki varlığı da Amanpour ve Selli (2015) tarafından gösterilmiştir. Amanpour ve Selli (2015) Türk kahvesinde 8 furan (furfurilmetil eter, furfural, furfural metil sülfat, 2-asetilfuran, furfural asetat, 5-metil-2-furfural, furfural alkol, hidroksimetilfurfural) belirlemişlerdir. Sonuçlarımıza

uygun olarak, araştışıcılar furanlar arasında en yüksek miktarın furfural alkole ait olduğunu bunu furfural asetatın takip ettiğini belirtmişlerdir. Arkadaş ve Avşar (2018) ise ğtlmş Antakya kahvesinde 10 furan belirlemişlerdir. Bunlar 2- (metoksimetil)furan, dihidro-2-metil-3-furanon, 2-furfural-1-metilslfr, 2-asetilfuran, furfural asetat, 2-furfural furan, 5-metil-furfural, 2-furanmetil propiyonat, 2-furanmetanol ve 2-furaldehittir. Bu araştışıcıların, daha fazla furan belirlemesinin nedeni daha ychl bir teknik olan yüksek vakum ekstraksiyon tekniğini kullandıklarından kaynaklandığı söylenebilir.

Demlenmiş Antakya kahvesinde ise furan-2-ylmethanol ve 5-methylfuran-2-carbaldehyde olmak üzere iki furan saptanmıştır (şekil 4.4). Furan-2-ylmethanol sadece paket açıldığı gün saptanmıştır. Paket açıldığı gün yapılan kahvede 90,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olan toplam furan konsantrasyonu 30 günün sonunda 18,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ' a düşmüştür. Demlenmiş kahvedeki furan konsantrasyonunun ilk 10 gün içinde hızla azaldığı daha sonra ise çok az bir değişim gösterdiği saptanmıştır.

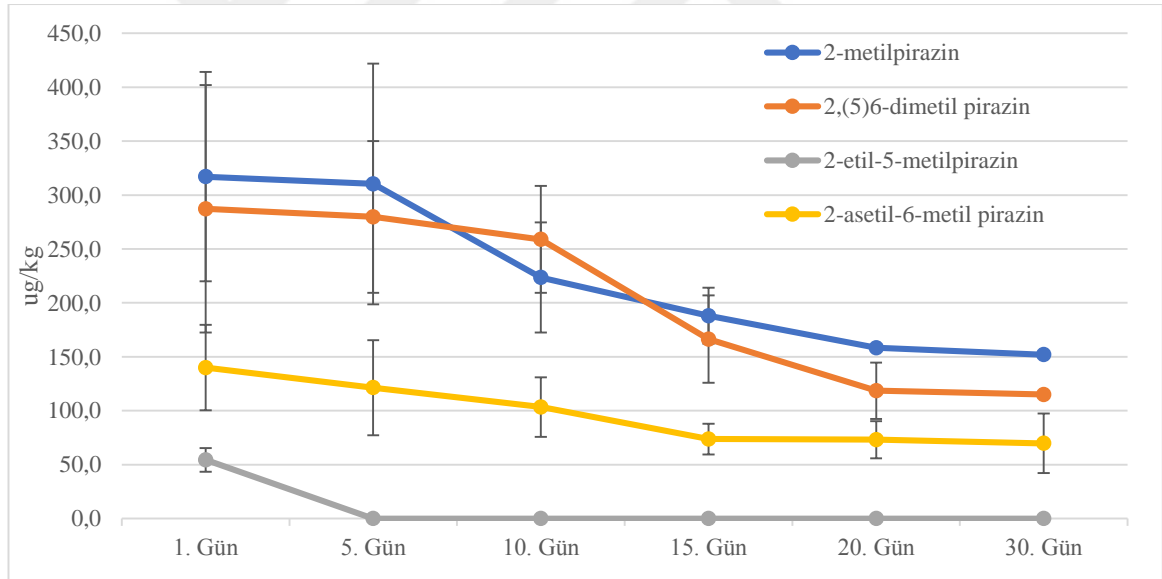


şekil 4.4. Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin furan konsantrasyonunun ($\mu\text{g}/\text{kg}$) 30 gün boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).

4.1.2. Pirazinler

Öğütülmüş Antakya kahvesinde 4 pirazin (2-metil pirazin, 2,(5)6-dimetil pirazin, 2-etil-5-metilpirazin, 2-asetil-6-metil pirazin) tanımlanmıştır (Şekil 4.3). Bunların arasında en yüksek konsantrasyonda bulunan 2-metilpirazindir. Kahve paketi açıldıktan sonra 1.gün yapılan toz kahve analizinde pirazinlerin toplam miktarı 798,6 µg/kg iken 30.gün 73,1 µg/kg'a düşmüştür. Pirazin konsantrasyonu 10.güne kadar azalma göstermiş daha sonraki değişimler daha düşük düzeyde kalmıştır.

Pirazinler tanımlanmış uçucu bileşikler arasında N-içeren en önemli heterosiklik gruplardan biridir (Maga, 1982). Pirazinlerin oluşumu için birkaç yol vardır. Genellikle dikarbonil bileşikler ve amino asitlerin Strecker parçalanması ile oluşur (Sohn and Ho, 1995). Alternatif oluşum yolu ise amino asitlerin pirolizidir (Wang and Odell, 1973). Pirazinler, α -amino asitler ile karbonhidratların kompleks interaksiyonları sonucu oluşur (Flament,2002). Fındıksı, kavrulmuş, kahve, toprak kokuları ile ilişkilendirilir (Schenker ve ark., 2002).



Şekil 4.5. Toz Antakya kahvesinde pirazin miktarının (µg/kg) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).

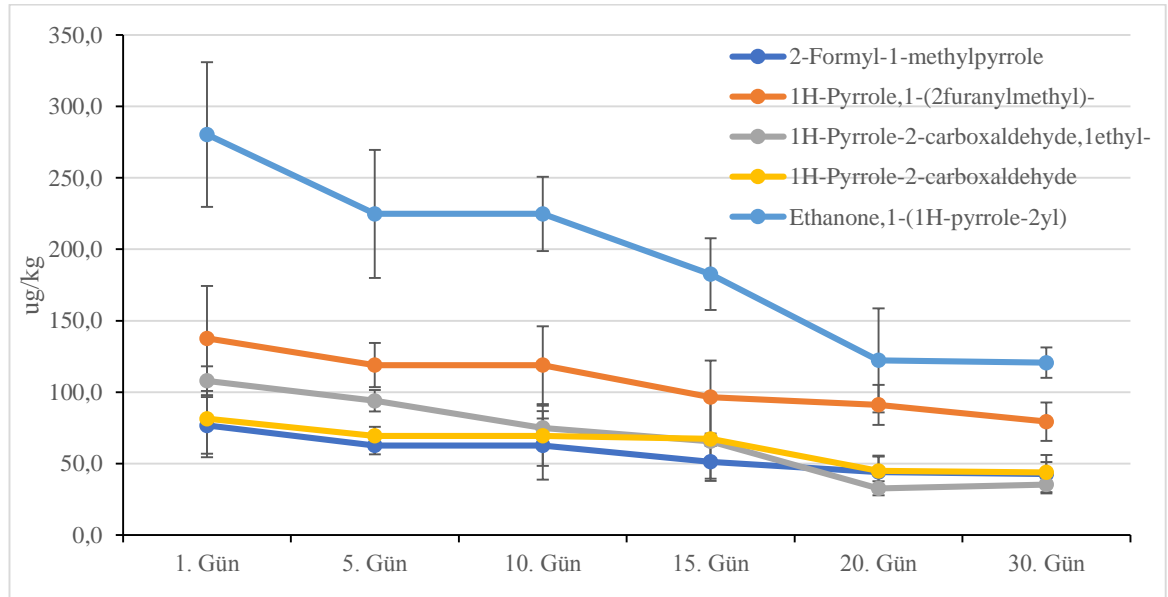
Türk ve Antakya kahvesindeki pirazilerin varlığı hem Amanpour ve Selli (2015) hem de Arkadaş ve Avşar (2018) tarafından gösterilmiştir. Amanpour ve Selli (2015) çalışmalarında 9 pirazin (pirazin, 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-3-metilpirazin, 2,3,5-tirmetilpirazin ve 2-

asetil-3-metilpirazin) rapor etmişlerdir. Arkadaş ve Avşar (2018) de öğütülmüş Antakya kahvesinde 9 pirazin (pirazin, 2-metilpirazin, 2-etilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-3-metilpirazin, 2,3,5-tirmetilpirazin) belirlemişlerdir. Araştırmacılar pirazinler arasında en yüksek miktarın 2-metilpirazine ait olduğunu belirtmişlerdir. Baggenstoss ve ark. (2008), kahvenin depolama boyunca aroma maddeleri değişimi üzerine yaptığı araştırmada 2-etil-3-metilpirazin dengeli bir şekilde azalmadığını, düzensiz artış ve azalışlar gösterdiğini tespit etmiştir.

Demlenmiş kahvede ise pirazin saptanmamıştır. Bu durumun demleme aşamasında tepe boşluğuna geçen pirazin miktarının kütle spektrometresinin belirleme eşliğinin altında kaldığı şeklinde yorumlanabilir.

4.1.3. Piroller

Toz kahvede 30 gün depolama boyunca pirol konsantrasyonundaki değişim Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Toz Antakya kahvesinde pirol miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).

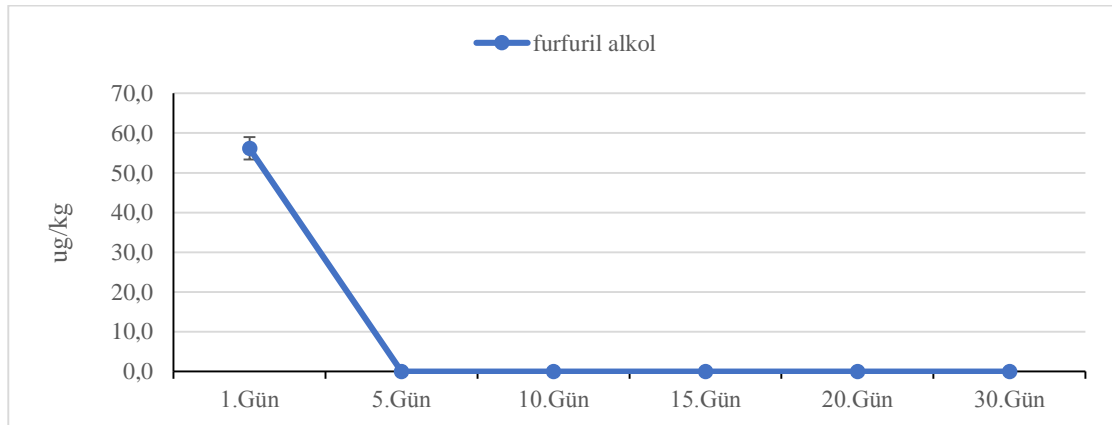
Şekilden görüleceği üzere toz kahvede 1-(1H-pyrrol-2-yl)ethanone (2-asetil pirol), 1H-pyrrole-2-carboxaldehyde (2-formilpirol), 1-(furan-2-ylmethyl)pyrrole (1-furfurilpirol), 1-methylpyrrole-2-carboxaldehyde (2-formil-1-metilpirol), 1-ethylpyrrole-2-carbaldehyde (1-etil-2-formilpirol) olmak üzere 5 pirol tespit edilmiştir. Toplam pirol konsantrasyonu paket açıldığı gün 641,8 µg/kg iken azalma göstererek 30 günün sonunda 273,1 µg/kg olarak ölçülmüştür.

Azot içeren heterosiklik bileşiklerden olan piroller, bir amino asit ile bir dikarbonil arasında Strecker degradasyonu yoluyla oluşur (Buffo and Cardelli-Freire, 2014). Piroller kavrulmuş kahvede bulunur, hoş gitmeyen bir kokuya sahiptir (Çağlarımak ve Ünal, 2015).

Türk ve Antakya kahvesindeki pirollerin varlığı hem Amanpour ve Selli (2015) hem de Arkadaş ve Avşar (2018) tarafından gösterilmiştir. Amanpour ve Selli (2015) Türk kahvesinde 4 pirol belirlemiştir. Bunlar 1-metilpirol, 2-formil-1-metil pirol, pirol [1H-pirol] ve N-furfuril piroldur. Araştırmacılar piroller arasında en yüksek miktarın 1H-pirol'e ait olduğunu bunu 2-formil-1-metil pirol' ün takip ettiğini belirtmişlerdir.

Arkadaş ve Avşar (2018) ise öğütülmüş Antakya kahvesinde 5 pirol belirlemiştir. Bunlar 2-formil-1-metilpirol, pirol, 3-asetil-1-pirol, 2-formilpirol, 1-furfurilpiroldür.

Demlenmiş kahvedeki pirol konsantrasyonundaki değişim Şekil 4.7'de verilmiştir. Demlenmiş kahvede yapılan analizlerde ise sadece 1-furfuril pirol paket açıldığı gün 27,7 µg/kg olarak tespit edilmiş, daha sonra pirole rastlanmamıştır.



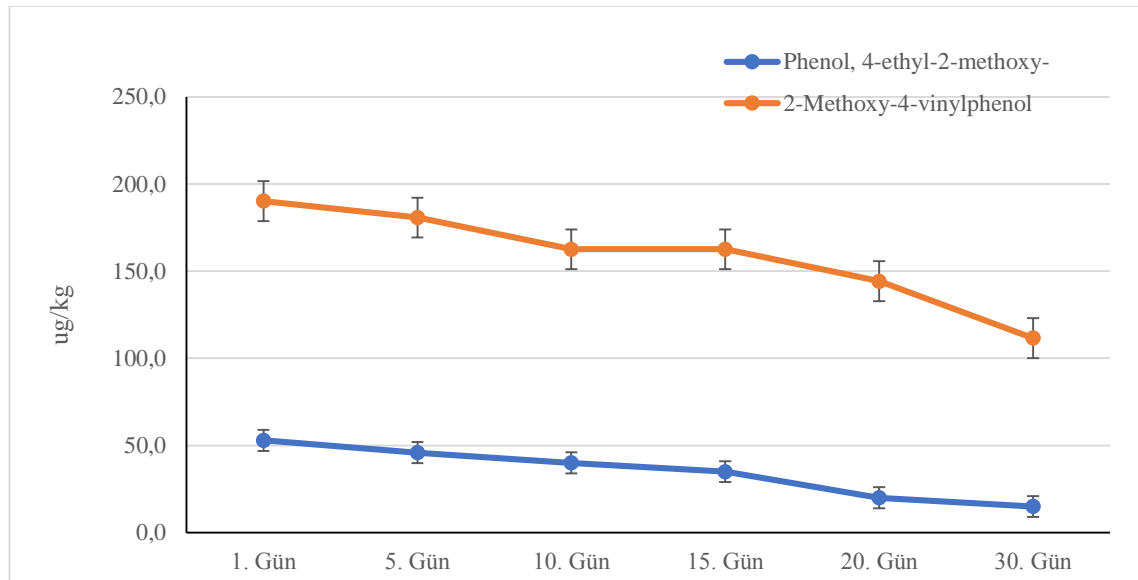
Şekil 4.7. Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin pirol konsantrasyonunun 30 gün boyunca değişim (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)

4.1.4. Fenolik bileşikler

Toz kahvede 4-ethyl-2-methoxyphenol (4-etil guaiakol) ve 4-ethenyl-2-methoxyphenol (2-metoksi-4-vinilfenol) olmak üzere iki fenolik bileşik tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Toplam fenolik konsantrasyonu paket açıldığı gün 321 µg/kg iken 30 günün sonunda 111,6 µg/kg olarak ölçülmüştür.

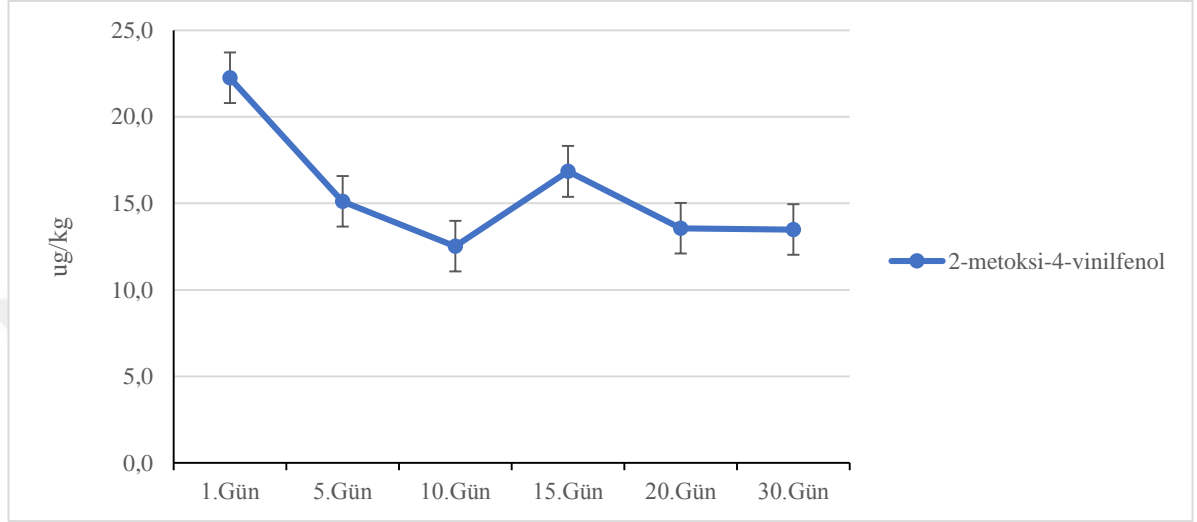
Fenol, guaiakol gibi fenolik bileşikler klorojenik asitlerin (özellikle ferulik, kafeik ve kinik asitlerin) termal bozunmasından kaynaklanır. (Bicho ve ark., 2013). Kahve fenolik bileşikler dahil olmak üzere yüksek oranda biyoaktif bileşen içerir. Kavurma sırasında fenolik bileşikler daha küçük uçuculara ayrılır. Kahveye baharat, tütün, yanık, odunsu gibi aroma karakteristikleri verir (Preedy, 2015).

Türk ve Antakya kahvesindeki fenollerin varlığı hem Amanpour ve Selli (2015) hem de Arkadaş ve Avşar (2018) tarafından gösterilmiştir. Amanpour ve Selli (2015) Türk kahvesinde 5 fenolik bileşik belirlemiştir. Bunlar fenol, 4-vinil guaiakol, guaiakol, 4-etilguaiakol ve vanilin'dır. Araştırmacılar fenolik bileşikler arasında en yüksek miktarın fenole ait olduğunu bunu 4-vinil guaiakol ve guaiakol'un takip ettiğini belirtmişlerdir. Arkadaş ve Avşar (2018) ise öğütülmüş Antakya kahvesinde guaiakol ve fenol tespit etmişlerdir.



Şekil 4.8. Toz Antakya kahvesinde fenolik bileşik miktarının (µg/kg) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).

Demlenmiş kahvede ise sadece 2-metoksi-4-vinilfenol tespit edilmiştir. 2-Metoksi-4-vinilfenol paket açıldığı gün 22,3 µg/kg iken 30 günün sonunda 13,5 µg/kg'a düşmüştür. Demlenmiş kahvede 30 gün depolama boyunca fenol konsantrasyonundaki değişim Şekil 4.9'da verilmiştir.

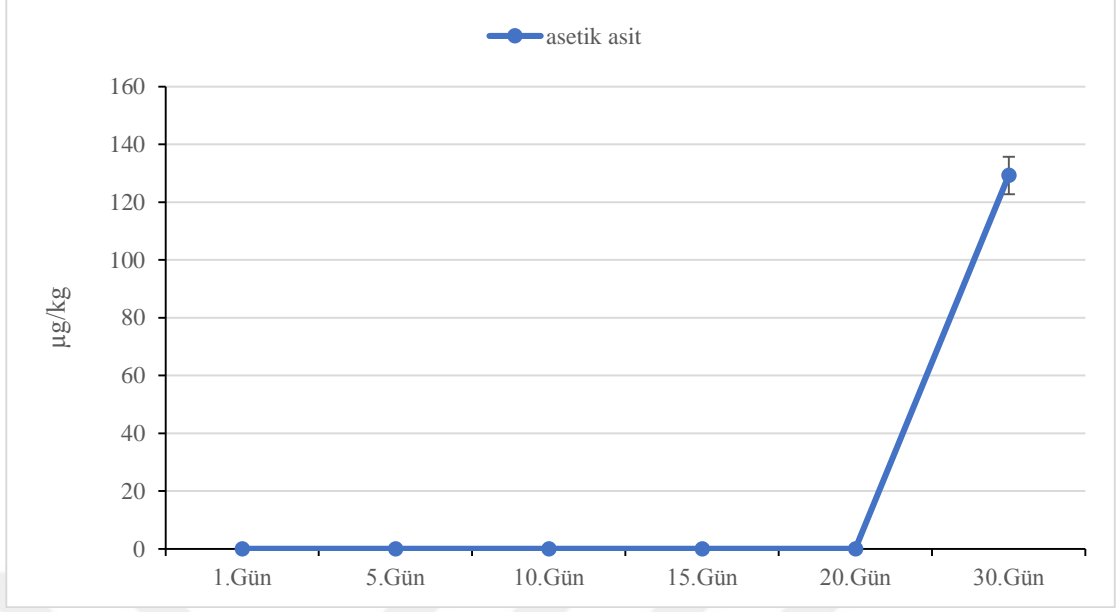


Şekil 4.9. Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin fenolik bileşik konsantrasyonunun (µg/kg) 30 gün boyunca değişimi (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)

4.1.5. Diğer bileşikler

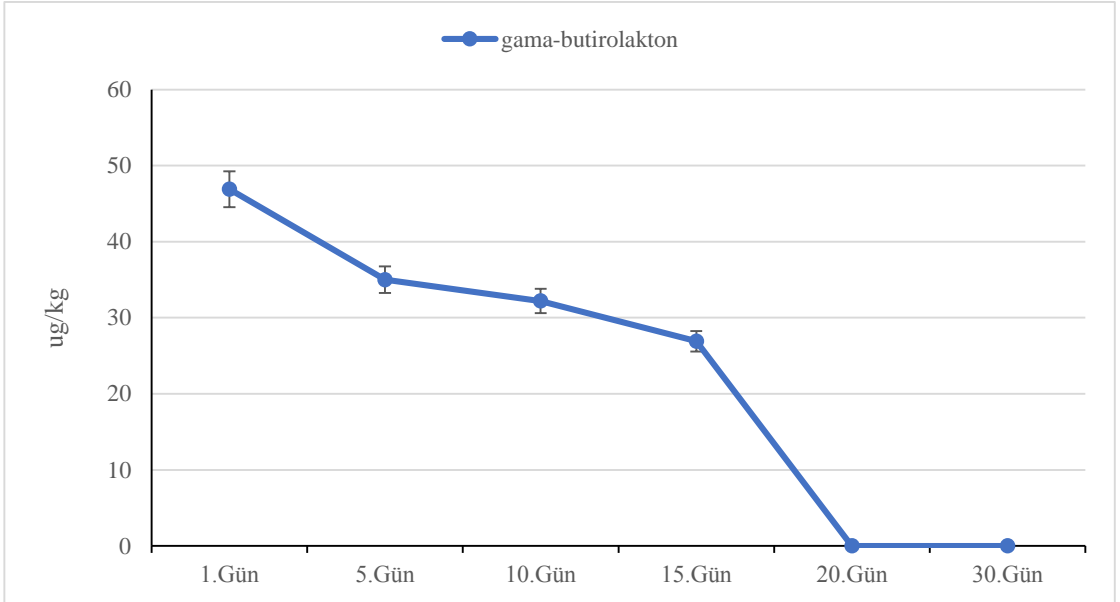
Toz Antakya kahvesinde 1, 5, 10, 15 ve 20. günler asit tespit edilmemiş 30. gün ise 129,2 µg/kg asetik asit tespit edilmiştir. Bu da kahvede depolama ile asiditenin arttığının bir göstergesidir. Toz kahvede 30 gün depolama boyunca asit konsantrasyonundaki değişim Şekil 4.10.' da verilmiştir. Demlenmiş kahvede ise asit tespit edilmemiştir.

Türk ve Antakya kahvesindeki asitlerin varlığı hem Amanpour ve Selli (2015) hem de Arkadaş ve Avşar (2018) tarafından gösterilmiştir. Amanpour ve Selli (2015) Türk kahvesinde 3 asit belirlemiştir. Bunlar asetik asit, isovaleric asit ve heksadekanoik asittir. Arkadaş ve Avşar (2018) ise öğütülmüş Antakya kahvesinde asetik asit tespit etmişlerdir.



Şekil 4.10. Toz Antakya kahvesinde asetik asit miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)

Toz kahvede 1, 5, 10, 15. günler *gama*-butirolakton tespit edilmiştir. Toz kahvede 30 gün depolama boyunca lakton konsantrasyonundaki değişim Şekil 4.11’de verilmiştir. Demlenmiş kahvede ise lakton tespit edilmemiştir.

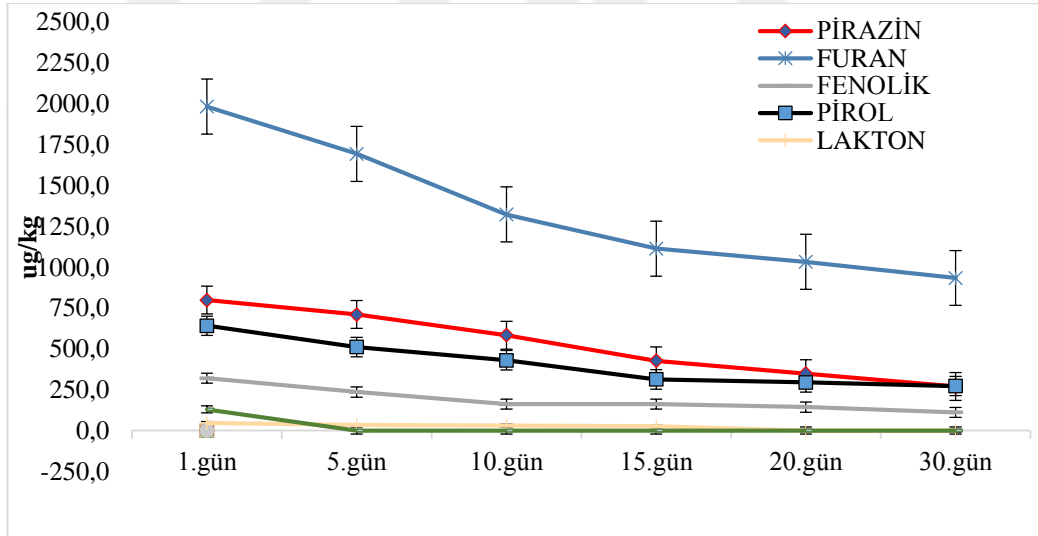


Şekil 4.11. Toz Antakya kahvesinde *gama*-butirolakton miktarının ($\mu\text{g}/\text{kg}$) oda sıcaklığında 30 günlük muhafaza süresi boyunca değişimi ($n=3$, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)

Türk ve Antakya kahvesindeki laktonların varlığı hem Amanpour ve Selli (2015) hem de Arkadaş ve Avşar (2018) tarafından gösterilmiştir. Amanpour ve Selli (2015) Türk kahvesinde 2 lakton belirlemiştir. Bunlar γ -butirolakton and δ -valerolakton'dur. Arkadaş ve Avşar (2018) ise öğütülmüş Antakya kahvesinde sadece γ -butirolakton tespit etmişlerdir.

4.1.6. Kimyasal sınıflara göre toplam değişimler

GC-MS sonuçları öğütülmüş kahvede 5 kimyasal sınıfı (furan, pirazin, pirol, fenolik, lakton ve asit) oluşturan 17 uçucu bileşenin varlığını göstermiştir. Kahvenin kavrulması esnasında, furanlar başta olmak üzere, miktarlarına göre pirazinler, piroler, fenolik bileşikler en çok oluşan kimyasallardır. Depolamanın ilk 15 gününde, başlangıç miktarlarında göre, furanlar %44 oranında, pirazinler %47, piroler %52, fenolik bileşikler %50, laktonlar ise %43 oranında azalmıştır.



Şekil 4.12. 30 günlük depolama süresince Antakya kahvesinin uçucu profilindeki değişimler

Demlenmiş kahvede ise 4 (2-metoksi-4-vinilfenol, 1-furfurilpirol, furfuril alkol ve 5-hidroksimetilfurfural) uçucu bileşenin varlığını göstermiştir. Şekil 4.12.'de görüldüğü üzere, 30 günlük depolama sonunda paketin açıldığı ilk güne göre en belirgin azalma depolamanın ilk 15 gününde gözlenmiştir.

4.2. Aroma Aktif Bileşikler

4.2.1. Kuru kahvede aroma aktif bileşikler

Çizelge 4.1’de toz Antakya kahvesinin aromasına katkıda bulunan 15 aroma aktif bileşik ve bunların aroma özellikleri ile aromaya buldukları katkı verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi bu bileşikler arasında aroma üzerinde en büyük etkisi olanlar 2,6-dimetil pirazin, asetik asit, metiyonal, 2-izobutil-3-metoksi pirazin, 2-asetil-6-metil pirazin, gama bütirolakton, 2-asetil pirol ve 2-metoksi-4-vinilfenoldür. Bunlar arasında metiyonal ve 2-izobutil-3-metoksi-pirazin, GC-MS’de tespit edilmemesine karşın olfaktometre portunda ve tentatif olarak belirlenmiştir.

Yine Çizelge 4.1’de görüleceği üzere, aroma aktif bileşiklerin aromaya katkısı depolama süresince azalmıştır. Bu azalma bazı bileşikler (2,3-pentadion) için 5. günden itibaren, bazı bileşikler (2-etil-5(6)metil pirazin, 2-asetil pirol) için 10. günden itibaren görülür iken en önemli aroma kayıpları paket açıldıktan sonra 15. günde gerçekleşmiştir. Bazı bileşiklerde (furfural, metiyonal, gama bütirolakton ve ve 2-metoksi-4-vinilfenol) ise bir değişim saptanmamıştır.

4.2.2. Demleme Kahvede Aroma Aktif Bileşikler

Çizelge 4.2’de demleme kahvedeki aroma aktif bileşikler ve bunların 30 günlük depolama sonucundaki değişimleri, aroma özellikleri ve aromaya katkıları gösterilmektedir. Çizelgeden görüleceği üzere demlenmiş Antakya kahvesinin aromasına 13 bileşik katkıda bulunmaktadır. Öğütülmüş Antakya kahvesi ile karşılaştırıldığında, aroma yoğunluğunun demlenmiş Antakya kahvesinde azaldığı görülmektedir. AEDA testi bunlar arasında 2,(5)6-dimetilpirazin, 2-etil-5-metil-pirazin, furfural, metiyonal, gama bütirolakton, 2-asetilpirol ve 2-metoksi-4-vinilfenolün taze demlenmiş Antakya kahvesinin aroması açısından en önemli bileşenler olduğunu göstermektedir. Ancak, öğütülmüş kahvenin aksine demlenmiş Antakya kahvesinin depolama boyunca bazı bileşenlerinde azalma gözlenir iken, 15. günden itibaren dramatik bir azalma meydana gelmiştir. Otuzuncu günde ise bazı bileşenlerin (2,3-pentadion, 2-metilpirazin, 2-

asetilfuran, 2-asetil-6-metilpirazin) aromaya etkisinin tamamen ortadan kalktığı görülmektedir.



Çizelge 4.1. Toz Antakya kahvesinin statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (SHS-SPME) ile gaz kromatografisi-olfaktometre (GK-O) cihazında saptanan aroma-aktif bileşiklerin, koku tanımı, alıkonma indeksleri (RI), referans alıkonma indeksi (RI_{Ref}) ve Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analiz (AEDA) sonuçları (n=3)

		Log _s FDF ¹										
		Depolama Günleri										
Bileşik	Koku tanımı	CAS#	RI _{GCO} ²	RI _{Ref} ³	1.	5.	10.	15.	20.	30.	I ⁴	
1	2,3-pentadion	<i>tereyağ</i>	600-14-6	1049	1049	2	1	0	0	0	0	O, MS, RI, RM
2	2-metilpirazin	<i>mantar benzeri</i>	109-08-0	1309	1309	2	2	2	1	1	0	O, MS, RI, RM
3	2,6-dimetilpirazin	<i>findık, fıstık</i>	108-50-9	1338	1338	5	5	5	4	4	4	O, MS, RI, RM
4	2-etil-5(6)-metil-pirazin	<i>fıstık</i>	36731-41-6	1412	1411	3	2	2	1	1	1	O, MS, RI, RM
5	furfural	<i>kahve</i>	98-01-1	1449	1449	5	5	5	5	5	5	O, MS, RI, RM
6	asetik asit	<i>fermente, ekşimsi</i>	64-19-7	1461	1461	1	1	1	1	1	0	O, MS, RI, RM
7	metiyonal	<i>haşlanmış patates</i>	3268-49-3	1474	1474	5	5	5	5	5	5	O, RI, RM
8	2-asetil furan	<i>baharat</i>	1192-62-7	1539	1536	2	2	2	2	1	0	O, MS, RI, RM
9	2-izobutil-3-metoksi-pirazin	<i>yeşil biber</i>	24683-00-9	1545	1545	5	5	5	4	4	4	O, RI, RM
10	5-Metil furfural	<i>toprak, ağaç</i>	620-02-0	1625	1611	1	1	1	1	1	0	O, MS, RI, RM
11	2-asetil-6-metilpirazin	<i>mısır cipsi</i>	22047-26-3	1666	1676	4	4	4	4	2	2	O, MS, RI, RM
12	2-furanmetanol	<i>nem kokusu</i>	98-00-0	1707	1694	5	5	5	4	4	4	O, MS, RI, RM
13	<i>gama</i> -butirolakton	<i>tatlı şekerli</i>	96-48-0	1904	1673	5	5	5	5	5	5	O, MS, RI,
14	2-asetilpirol	<i>bayat çay</i>	1072-83-9	1962	1960	5	4	4	4	3	3	O, MS, RI, RM
15	2-Metoksi-4-vinilfenol	<i>tatlı, karamel</i>	7786-61-0	2222	2222	5	5	5	5	5	5	O, MS, RI

¹⁾ Flavor dilüsyon faktörü (Log_s); ²⁾ Gaz kromatografisi-olfaktometre portunda HP-INNOWax kolun kullanılarak hesaplanan alıkonma indeksi; ³⁾ Referans alıkonma indeksi, www.pubchem.com'dan alınmıştır; ⁴⁾ I, Bileşenin belirlenme şekli: O: Olfaktometrik; RI, Alıkonma İndeksi; MS, kütle spektrometresi; RM, referans madde

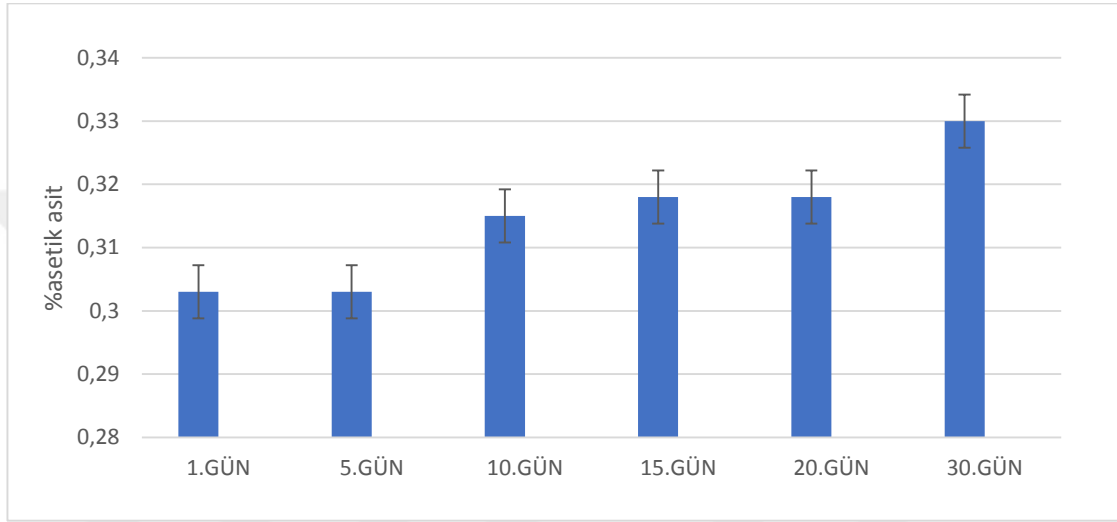
Çizelge 4.2. Demlenmiş Antakya kahvesinin statik tepeboşluğu katıfaz mikroekstraksiyon (SHS-SPME) ile gaz kromatografisi-olfaktometre (GK-O) cihazında saptanan aroma-aktif bileşiklerin, koku tanımı, alıkonma indeksleri (RI) ve Aroma Ekstraksiyon Dilüsyon Analiz (AEDA) sonuçları (n=3)

		Log ₅ FDF ¹										
		Depolama Günleri										
	Bileşik	Koku tanımı	CAS#	RI _{GCO} ²	RI _{Ref} ³	1.	5.	10.	15.	20.	30.	I ⁴
1	2,3-pentadion	<i>tereyağ</i>	600-14-6	1049	1049	1	0	0	0	-	-	O, RI, RM
2	2-metilpirazin	<i>mantar benzeri</i>	109-08-0	1309	1309	1	1	1	1	0	-	O, RI, RM
3	2,6-dimetilpirazin	<i>fındık, fıstık</i>	108-50-9	1338	1338	3	3	2	2	1	0	O, RI, RM
4	2-etil-5-metil-pirazin	<i>fıstık</i>	36731-41-6	1412	1411	3	3	2	2	1	0	O, RI, RM
5	furfural	<i>kahve</i>	98-01-1	1449	1449	2	2	2	2	1	0	O, MS, RI, RM
6	metiyonal	<i>haşlanmış patates</i>	3268-49-3	1474	1474	3	3	3	3	1	0	O, RI, RM
7	2-asetil furan	<i>baharat</i>	1192-62-7	1539	1536	2	2	2	0	0	-	O, MS, RI, RM
8	2-izobutil-3-metoksi-pirazin	<i>yeşil biber</i>	24683-00-9	1545	1545	3	3	3	3	1	0	O, RI, RM
9	5-Metil furfural	<i>toprak, ağaç benzeri</i>	620-02-0	1625	1611	1	1	1	1	0	0	O, MS, RI, RM
10	2-asetil-6-metilpirazin	<i>mısır cipsi</i>	22047-26-3	1666	1676	1	1	1	0	0	-	O, RI, RM
11	<i>gama</i> -butirolakton	<i>tatlı şekerli</i>	96-48-0	1904	1673	3	3	3	3	2	1	O, MS, RI, RM
12	2-asetilpirol	<i>bitki</i>	1072-83-9	1962	1960	3	3	3	3	1	0	O, MS, RI, RM
13	2-Metoksi-4-vinilfenol	<i>tatlı, karamel, vanilya</i>	7786-61-0	2222	2222	3	3	3	3	2	1	O, MS, RI, RM

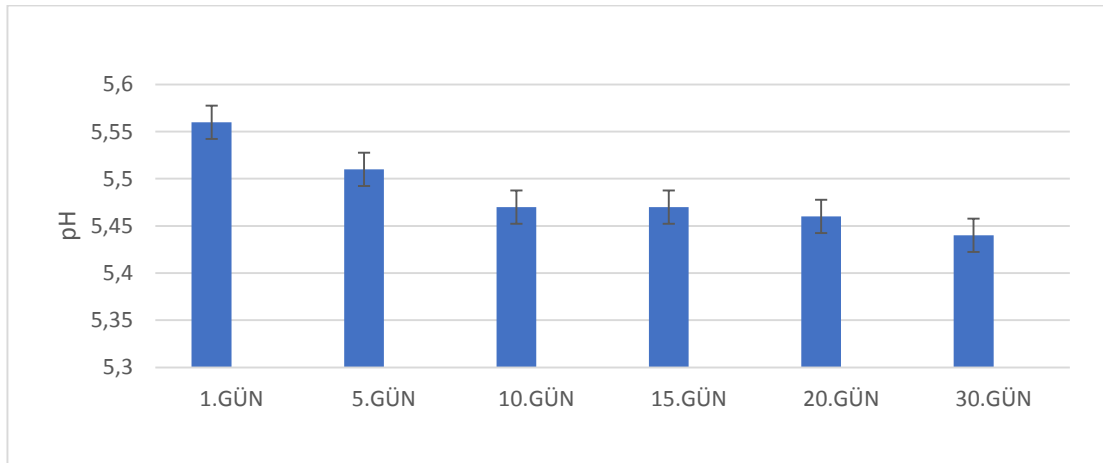
¹⁾ Flavor dilüsyon faktörü (Log₅); ²⁾ Gaz kromatografisi-olfaktometre portunda HP-INNOWax kolun kullanılarak hesaplanan alıkonma indeksi; ³⁾ Referans alıkonma indeksi, www.pubchem.com'dan alınmıştır; ⁴⁾ I, Bileşenin belirlenme şekli: O: Olfaktometrik; RI, Alıkonma İndeksi, MS, kütle spektrometresi, RM, referans madde

4.3. Asitlik

Toz kahvedeki titre edilebilir asitlik değişimi Şekil 4.13’de, demlenmiş kahvedeki pH değişimi ise Şekil 4.14’ de gösterilmiştir. Sonuçlar toz kahvede titre edilebilir asitliğin depolama boyunca artar iken, demleme kahvede de pH’nın düştüğünü göstermiştir. Asitlikteki artış, GC-MS ‘deki asetik asit oluşumu ile de desteklenmektedir.



Şekil 4.13. Toz Antakya kahvesinin oda sıcaklığında 30 gün boyunca titre edilebilir asitlikteki değişimi (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)

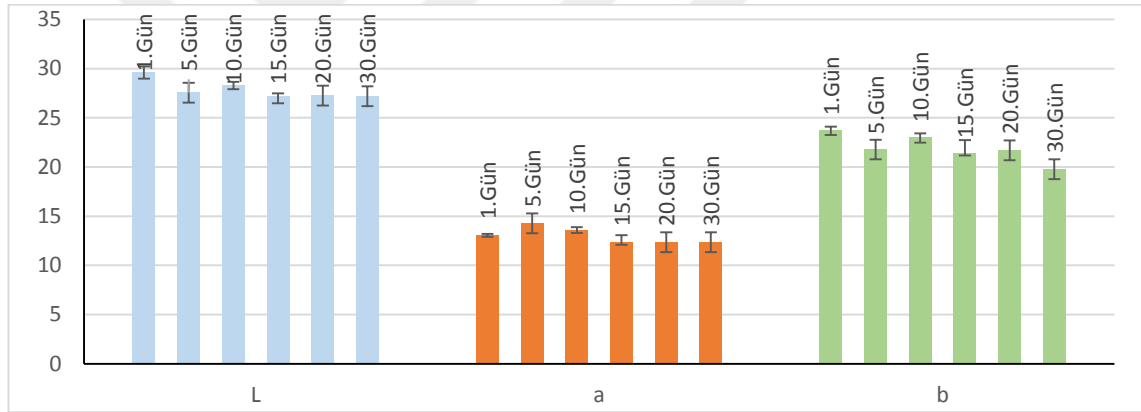


Şekil 4.14. Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin 30 günlük muhafaza süresi boyunca pH değerlerindeki değişim (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).

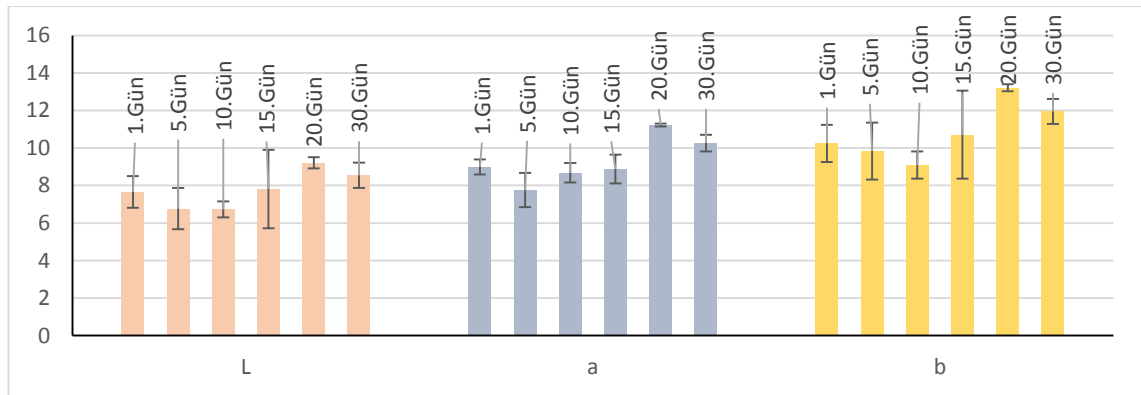
4.4. Renk

Öğütülmüş toz kahvenin ve demlenmiş kahvenin 30 günlük depolama boyunca renk değerlerinde ($L^* a^* b^*$) meydana gelen değişimler Şekil 4.15 ve Şekil 4.16' da gösterilmiştir. Depolama boyunca toz Antakya kahvesinde demlenmiş Antakya kahvesinde renk değerlerinde ($L^* a^* b^*$) dalgalanmalar gözlenmiştir.

Benkovic ve Tusek (2018) iki farklı paketleme materyalinde 6 aylık depolama süresince deneysel olarak belirlenen renk değişikliklerinin tanımlanması için doğrusal olmayan ve doğrusal regresyon modellerinin geliştirilmesi ve karşılaştırılması üzerine yaptığı çalışmada renk değerlerinde ($L^* a^* b^*$) dalgalanmalar saptamıştır. Lineer olmayan model, depolama sırasındaki renk değişimlerinin tanımlanması için en uygun olanı olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4. 15. Toz Antakya kahvesinin oda sıcaklığında 30 gün boyunca $L^* a^* b^*$ değerlerindeki değişim (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir)

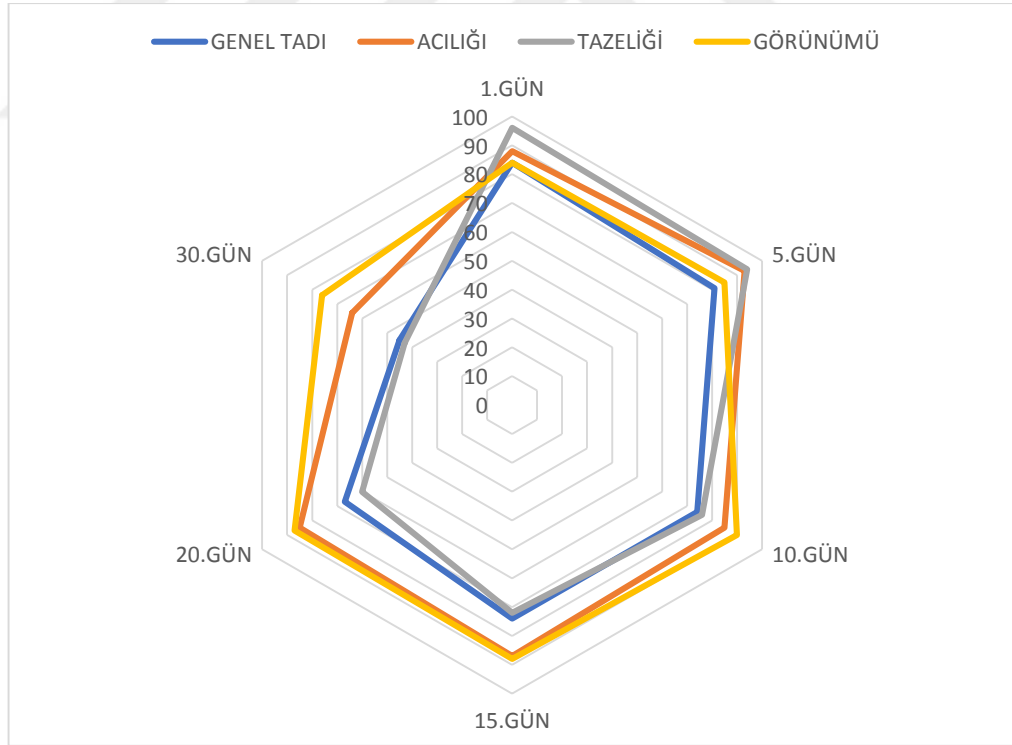


Şekil 4. 16. Demleme Antakya kahvesinin oda sıcaklığında 30 gün boyunca $L^* a^* b^*$ değerlerindeki değişim (n=3, hata çubukları standart sapmayı göstermektedir).

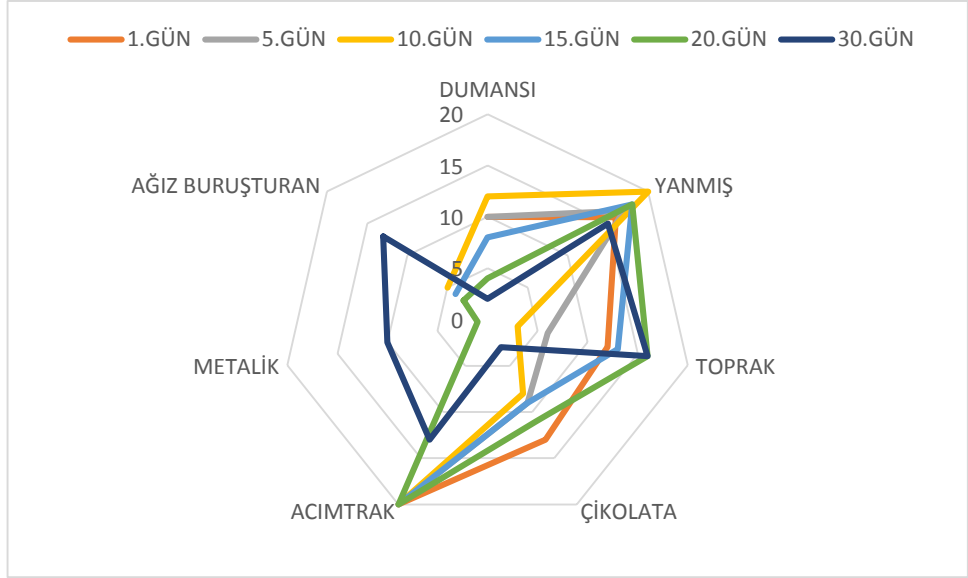
4.5. Duyusal Analiz

Demlenmiş kahve örneklerinin duyusal özellikleri, görünüş ve tat bakımından Türk Standartları Enstitüsü TS 13423 Kahve-Öğütülmüş Standardına göre değerlendirilmiştir. Yeni açılmış paket kahvede ve paket açıldıktan 5, 10, 15, 20 ve 30 gün sonra yapılan geleneksel Türk kahvesi yapım yöntemiyle demlenen ve geleneksel kahve fincanlarında sunulan kahveler seçilmiş 20 panelist tarafından kahvenin genel tadı, acılığı, tazeliği ve görünümü 5 kategorili (5'ten 1'e çok iyiden çok kötüye doğru) hedonik skala ile puanlanmış ve 11 lezzet karakteristiği (dumansı, yanmış, toprak, çikolata, bitki, meyve, şekerli, asidik/ekşi, acımtırak, metalik, ağız buruşturan) değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre depolama süresince kahvenin tat ve tazeliğinde kayıplar gerçekleşmiştir (acımtırak, dumansı ve çikolata aromalarında depolama boyunca azalma meydana gelirken, toprak, ağız buruşturan ve metalik gibi istenmeyen aromalarda büyük artış meydana gelmiştir (Şekil 4.17 ve 4.18).



Şekil 4. 17. Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin 30 günlük muhafaza süresi boyunca duyusal değerlerindeki değişim.



Şekil 4.18. Oda sıcaklığında muhafaza edilen Antakya kahvesinden demlenen kahvenin 30 günlük muhafaza süresince lezzet karakteristiklerindeki değişim.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada Antakya mutfağında önemli bir yeri olan ve ticari olarak endüstriyel düzeyde üretilip metalize polipropilen ambalajlar içinde satılan Antakya koyu kahvesinin açıldıktan sonraki 30 günlük oda sıcaklığında bekletme süresince uçucu ve aroma aktif bileşenlerindeki değişimler belirlenmeye çalışılmıştır. Analizler hem öğütülmüş toz kahve üzerinde hem de demlendikten sonra 1, 5, 10, 15, 20, 30 günlerde gerçekleştirilmiştir.

GC-O analizleri öğütülmüş kahvede 15, demleme kahvede ise 13 aroma aktif bileşiğin varlığını göstermiştir. Olfaktometre portunda GC-MS ile belirlenemeyen iki bileşik (metiyonal ve 2-izobutil-3-metoksipirazin) daha belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen değişimler duyusal analizlere de yansımış ve özellikle 15. günden sonra önemli derecede azalmalar meydana geldiği gibi, duyusal analiz puanlarında da önemli düşüşler saptanmıştır.

Antakya kahvesi diğer kahvelerden daha yüksek kavurma sıcaklıklarına maruz kalmaktadır. Dolayısıyla kavurma esnasında oluşan aroma aktif bileşenlerin bir kısmı yüksek sıcaklık nedeni ile tekrar parçalanabilmekte böylece daha az aromatik ancak kendine özgü bir tat ve aromaya sahip olmaktadır. Ekonomik olarak önemli olması nedeniyle Antakya kahvesi üzerinde daha fazla sayıda çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Özellikle değişik ekstraksiyon teknikleri ve modelleme çalışmaları ile aromatik parmak izinin netleştirilmesine gerek vardır.

Türkiye’de değişik kahve kavurma, pişirme ve sunma kültürleri olduğundan ve her birinin yörede lokal bir ekonomik değere sahip olduğu düşünülür ise bunların önemli olanlarının coğrafi işaretleme sistemi içerisinde tescil edilmesi yöresel kalkınma ve gastroturizm açısından önemli olacaktır. Bu neden ile ülkemizde farklı kavurma, pişirme şekil ve parametrelerine sahip olan kahveler üzerinde daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Akiyama, M., Murakami, K., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Wada, A., Tokuno, K., Onishi, M. and Iwabuchi, H. 2007. Analysis of the headspace volatiles of freshly brewed arabica coffee using solid-phase microextraction, **Journal of Food Science**, 72: 388–396.
- Amanpour, A. and Selli, S., 2015. Differentiation of volatile profiles and odor activity values of Turkish Coffee and French Press coffee. **Journal of Food Processing and Preservation**, 40: 1116–1124.
- Arkadaş, M. and Avşar YK., 2018. Formation of volatile compounds in double roasted Antakya coffee. *Journal of Nutrition*, **Food Research and Technology**, 1(1):19-22.
- Avsar, Y.K., Karagul-Yuceer, Y., Drake, M.A., Singh, T.K., Yoon, Y. and Cadwallader, K.R., 2004. Characterization of nutty flavor in Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, 87(7), pp.1999-2010.
- Baggenstoss, J., 2008. Coffee roasting and quenching technology formation and stability of aroma compounds. ETH Zurich University Doctoral Thesis.
- Benkovic, M. and Tušek, A.J., 2018. Regression Models for Description of Roasted Ground Coffee Powder Color Change during Secondary Shelf-Life as Related to Storage Conditions and Packaging Material. *Beverages* 4(1): 1-16.
- Bhumiratana, N., Adhikari, K. and Chambers, E., 2011. Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. **LWT-Food Science and Technology**, 44(10): 2185-2192.
- Bicchi, C.P., Panero, O.M., Pellegrino, G.M. and Vanni, A.C., 1997. Characterization of roasted coffee and coffee beverages by solid phase microextraction-gas chromatography and principal component analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45(12): 4680-4686.
- Bicho N.C., Leitão A.E., Ramalho J.C, et al. Impact of roasting time on the sensory profile of Arabica and Robusta coffee. **Ecology of Food and Nutrition**, 52(2):163–177.
- Bressanello, D., Liberto, E., Cordero, C., Rubiolo, P., Pellegrino, G., Ruosi, MR. and Bicchi, C., 2016. Coffee aroma: Chemometric comparison of the chemical information provided by three different samplings combined with GC–MS to describe the sensory properties in cup. **Food Chemistry**, 1;214:218-226.
- Buffo R.A. and Cardelli-Freire, C., 2014. Coffee flavour: an overview. **Flavour and Fragrance Journal**, 19(2):99–104.
- Cheong, M.W., Tong, K.H., Ong, J.J.M., Liu, S.Q., Curran, P. and Yu, B., 2013. Volatile composition and antioxidant capacity of Arabica coffee. **Food Research International**, 51(1): 388-396.
- Chin, S., Eyres, G. T. and Marriott, P. J., 2011. Identification of potent odourants in wine and brewed coffee using gas chromatography-olfactometry and comprehensive two-dimensional gas chromatography. **Journal of Chromatography A**, 1218(42): 7487-7498.
- Cserháti, T., 2010. *Chromatography of Aroma Compounds and Fragrances*. Springer, 383s, Budapest.
- Çağlarırnak, N. ve Ünal, K., 2015. Kahvenin aroma bileşikleri ve kahve aromasını etkileyen faktörler. **The Journal of Food**, 18:(6) 403-408.
- Deibler, K.D., Acree, T.E. and Lavin, E.H., 1998. Aroma analysis of coffee brew by gas chromatography-olfactometry. **Developments in Food Science**, 40: 69-78.

- Deibler KD, Acree T and Lavin EH (1999). Solid phase microextraction application in gas chromatography olfactometry dilution analysis. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 47: 1616–1618.
- Dong, W., Hu, R., Chu, Z., Zhao, J. And Tan, L., 2017. Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of robusta coffee beans. **Food Chemistry**, 234: 121-130.
- Dulsat-Serra, N., Quintanilla-Casas, B. and Vichi, S., 2016. Volatile thiols in coffee: A review on their formation, degradation, assessment and influence on coffee sensory quality. **Food Research International**, 89(2): 982-988.
- FAO,2016.<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
Erişim Tarihi: 04.12.2018
- Fernandes, A.P., Santos, M.C., Lemos, S.G., Ferreira, M.M., Nogueira, A.R.A. and Nóbrega, J.A., 2005. Pattern recognition applied to mineral characterization of Brazilian coffees and sugar-cane spirits. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy**, 60(5): 717-724.
- Flament, I. and Bessire Thomas, Y., 2002. Coffee Flavour Chemistry. Wiley, New York, NY.
- Gretsch, C., Sarrazin, C. and Liardon, R., 2000. Evolution of coffee aroma characteristics during roasting. **Association Scientifique Internationale pour le Cafe**: 27–34.
- He, Y., Zhang, H., Wen, N., Hu, R., Wu, G., Zeng, Y., Li, X. and Miao X., 2018. Effects of maltose and lysine treatment on coffee aroma by flash gas chromatography electronic nose and gas chromatography-mass spectrometry. **Journal Science Food and Agriculture**, 98: 154–165.
- Korhoňová, M., Hron, K., Klimčíková, D., Müller, L., Bednář, P. and Barták, P., 2009. Coffee aroma—statistical analysis of compositional data. **Talanta**,80(2): 710-715.
- Kıvançlı, J., 2011. Türk kahvesinin karakteristik lezzetinin GC/MS ve lezzet profili analizi tekniği ile belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Kıvançlı, J. ve Elmacı, Y., 2014. Türk Kahvesinin Lezzetini Oluşturan Uçucu Bileşenlerin Belirlenmesinde Uygun Yöntemin Seçilmesi. **Akademik Gıda**, 12(3): 6-15.
- Kim, SY., Ko, JA., Kang, BS. and Park, HJ., 2018. Prediction of key aroma development in coffees roasted to different degrees by colorimetric sensor array. **Food Chemistry**, 240: 808-816.
- Illy, A. and Viani, R., 2005. Espresso Coffee: The Science of Quality. **Elsevier Academic Press**, pp. 16–19.
- Lee, SJ., Kim, MK. and Lee, KG., 2017. Effect of reversed coffee grinding and roasting process on physicochemical properties including volatile compound profiles. **Innovative Food Science&Emerging Technologies**, 44: 97-102.
- López-Darias, J., Anderson, J.L., Pino, V. and Afonso, A.M., 2011. Developing qualitative extraction profiles of coffee aromas utilizing polymeric ionic liquid sorbent coatings in headspace solid-phase microextraction gas chromatography–mass spectrometry. **Analytical and Bioanalytical chemistry**,401(9): 2965-2976.
- López-Galilea, I., Fournier, N., Cid, C. and Guichard, E., 2006. Changes in Headspace Volatile Concentrations of Coffee Brews Caused by the Roasting Process and

- the Brewing Procedure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54(22):8560-6.
- Ludwig, I. A., Sánchez, L. and De Peña, M.P., 2014. Contribution of volatile compounds to the antioxidant capacity of coffee. **Food Research International**, 61: 67-74
- Maeztu, L., Sanz, C., Andueza, S., Paz de Pena, M., Bello, J. and Cid, C., 2001. Characterization of espresso coffee aroma by static headspace GC-MS and sensory flavor profile. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49(11): 5437-5444.
- Maga JA., 1982. Pyrazines in foods: an update. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition** 16:1–48.
- Maga JA and Katz., 1979. Furans in food. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 11(4):355–400.
- Makri, E., Tsimogiannis, D., Dermesonluoglu, E. K. and Taoukisa P. S., 2011. Modeling of Greek coffee aroma loss during storage at different temperatures and water activities. **Procedia Food Science**, 1: 1111-1117.
- Merritt, C., Bazinet, M. L., Sullivan, J. H. and Robertson, D. H., 1963. Mass Spectrometric Determination of Volatile Components from Ground Coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 11(2): 152-155.
- Miyazato, H., Nakamura, M., Hashimoto, S., and Hayashi, S., 2013. Identification of the odour-active cyclic diketone cis-2,6-dimethyl-1,4cyclohexanedione in roasted Arabica coffee brew. **Food Chemistry**, 15;138(4):2346-55.
- Mondello, L., Costa, R., Tranchida, P.Q., Dugo, P., Lo Presti, M., Festa, S., Fazio, A. and Dugo, G., 2005. Reliable characterization of coffee bean aroma profiles by automated headspace solid phase microextraction- gas chromatography- mass spectrometry with the support of a dual- filter mass spectra library. **Journal of separation science**, 28(9- 10): 1101-1109.
- Mortas, M., Gül, O., Yazıcı, F. ve Dervisoglu, M., 2016. Effect of brewing process and sugar content on 5-hydroxymethylfurfural and related substances from Turkish coffee. **International Journal of Food Properties** 20(8): 1866-1875.
- Oliveira, R.C.S., Oliveira, L.S., Franca, A.S. and Augusti, R., 2009. Evaluation of the potential of SPME-GC-MS and chemometrics to detect adulteration of ground roasted coffee with roasted barley. **Journal of Food Composition and Analysis**, 22(3): 257-261.
- Orecchio, S., Ciotti, V.P. and Culotta, L., 2009. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coffee brew samples: Analytical method by GC–MS, profile, levels and sources. **Food and Chemical Toxicology**, 47: 819–826.
- Özdestan Ocak, Ö., 2014. Evaluation of bioactive amine and mineral levels in Turkish coffee, **Food Research International**, 61: 167-175.
- Üçüncü, M., 2000. Gıdaların ambalajlanması. **Ege Üniversitesi Basımevi**, 700 s, İzmir.
- Pacetti, D., Boselli, E., Balzano, M. and Frega, N.G., 2012. Authentication of Italian Espresso coffee blends through the GC peak ratio between kahweol and 16-O-methylcafestol. **Food Chemistry**, 135(3):1569-74.
- Page, JC., Arruda, NP. and Freitas, SP., 2017. Crude ethanolic extract from spent coffee grounds: volatile and functional properties. **Waste Management**, 69: 463-469.
- Petisca, C., Pérez-Palacios, T., Farah, A., Pinho, O. and Ferreira, I., 2013. Furans and other volatile compounds in ground roasted and espresso coffee using headspace solid-phase microextraction: Effect of roasting speed. **Food and Bioproducts Processing**, 91(3): 233-241.

- Piccino, S., Renaud, B., Descroix, F., Cheong Sing, A.S., 2014. Aromatic composition and potent odorants of the "specialty coffee" brew "Bourbon Pointu" correlated to its three trade classifications. **Food Research International**, 61:264-271.
- Preedy, V., 2015. Coffee in Health and Disease Prevention. (V. Preedy, Editör). **Academic Press**, 1080s, London.
- Rendón, MY., de Jesus Garcia Salva, T. and Bragagnolo, N., 2014. Impact of chemical changes on the sensory characteristics of coffee beans during storage. **Food Chemistry**, 147:279-86.
- Ribeiro, F.C., Borém, F.M., Giomo, G.S., Ribeiro De Lima, R., Ribeiro Malta, M. and Figueiredo, L.P., 2011. Storage of green coffee in hermetic packaging injected with CO₂. **Journal of Stored Products Research**, 47(4):341-348.
- Rocha, S., Maeztu, L., Barros, A., Cid, C. And Coimbra M.A., 2004. Screening and distinction of coffee brews based on headspace solid phase microextraction/gas chromatography/principal component analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 84: 43–51.
- Santos, J.R., Lopo, M., Rangel, A. and Lopes, J.A., 2015. Exploiting near infrared spectroscopy as an analytical tool for on-line monitoring of acidity during coffee roasting. **Food Control**, 60: 408-415.
- Sanz, C., Ansorena D., Bello, J. and Cid, C., 2001. Optimizing headspace temperature and time sampling for identification of volatile compounds in ground roasted Arabica coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49(3): 1364-9
- Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R and Escher, R., 2002. Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. **Journal of Food Science**, 67(1): 60-66.
- Semmelroch, P. and Grosch, W., 1995. Analysis of roasted coffee powders and brews by gas chromatography-olfactometry of headspace samples. **LWT-Food Science and Technology**, 28(3): 310-313.
- Sohn, M., and Ho, C.T., 1995. Ammonia Generation during Thermal Degradation of Amino Acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 43(12): 3001-3003.
- Sunarharum, W.B., Williams, D.J. and Smyth, H.E., 2014. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**, 62, pp.315-325.
- TS 13423 (2010). Kahve-Öğütülmüş. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad., Ankara.
- Wang, P.S. ve Odell, G.V., 1973. Formation of pyrazines from thermal treatment of some amino-hydroxy compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 21(5):868-70.
- Van Den Dool, H. and Kratz, P.D. 1963. A Generalization of the Retention Index System Including Linear Temperature Programmed Gas-Liquid Partition Chromatography. **Journal Chromatography A**, 11: 463-471.
- Yaylayan VA., 2006. Precursors, formation and determination of furan in food. **J Verbrauch Lebensm**, 1: 5–9.
- Yang, N., Liu, C., Kreuzfeldt Degn, T., Munchow, M. and Fisk, I., 2016. Determination of volatile marker compounds of common coffee roast defects. **Food Chemistry**, 211: 206–214.
- Zlatkis, A. and Sivetz, M., 1960. Analysis of coffee volatiles by gas chromatography. **Journal of Food Science**, 25(3): 395-398.

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Hatay’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Hatay’da tamamladı. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2015 yılında Bölüm 2.si Fakülte 3.sü olarak mezun oldu. 2015 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği yüksek lisans öğrenimine başladı. Ağustos 2018’den itibaren İstanbul Gedik Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

