

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**TÜRK KAHVESİNİN KARAKTERİSTİK LEZZETİNİN
GC/MS VE LEZZET PROFİLİ ANALİZİ TEKNİĞİ İLE
BELİRLENMESİ**

Jülide KIVANÇLI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yeşim ELMACI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 614.01.00

Sunuş Tarihi: 27/10/2011

**Bornova-İZMİR
2011**

Jülide KIVANÇLI tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak sunulan “**Türk Kahvesinin Karakteristik Lezzetinin GC/MS ve Lezzet Profili Analizi Tekniği ile Belirlenmesi**” başlıklı bu çalışma E. Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim yönetmeliği ile E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 27/10/2011 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Yeşim ELMACI

.....

Üye : Prof.Dr. Tomris ALTUĞ ONOĞUR

.....

Üye : Prof. Dr. Gülden OVA

.....

Üye : Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat ZORBA

.....

ÖZET

TÜRK KAHVESİNİN KARAKTERİSTİK LEZZETİNİN GC/MS VE LEZZET PROFİLİ ANALİZİ TEKNİĞİ İLE BELİRLENMESİ

KIVANÇLI, Jülide

Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez yöneticisi: Doç. Dr. Yeşim ELMACI

Ekim 2011, 99 sayfa

Bu çalışmada hafif, orta ve çok kavrulmuş Arabika kahve çekirdeklerinin öğütülmesi ile elde edilen kahvelerden yapılan Türk kahvesinin karakteristik lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerin objektif ve duyu analizi yöntemleriyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Türk kahvesi uçucu bileşenlerinin GC/MS analizi ile saptanmasında en uygun izolasyon yönteminin seçimi amacıyla manuel tepe boşluğu, dört farklı fiberin denendiği tepeboşluğu/katı faz mikro ekstraksiyon (HS/SPME) ve sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu teknikleri uygulanmıştır. Denemeler sonucunda Lezzet Profili Analizi (LPA) ile en uyumlu sonucun DVB/CAR/PDMS fiberinin kullanıldığı HS/SPME tekniği ile elde edildiği saptanmıştır. Hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinde GC/MS analizi sonucunda sırasıyla 50, 59 ve 64 adet uçucu bileşen saptanmıştır.

Türk kahvesi örneklerinde saptanan bileşenlerin furan, pirazin, pirol, fenol, piridin, keton, oksim, alkol, aldehit, tiyofen, benzen ve terpen grubu bileşenler olduğu gözlenmiştir. Kahve örneklerinde kavurma derecesi arttıkça furan, pirol, fenol, piridin ve keton grubu bileşenlerin oranlarının arttığı, pirazin, oksim, alkol ve aldehit grubu bileşenlerin oranlarının ise azaldığı saptanmıştır. Türk kahvesi örneklerinde LPA kullanılarak yapılan duyu değerlendirmeler sonucunda kavrulmuş/yanık, baharatımsı, acı, ekşi, tatlı, tuzlu, burukluk, odunumsu, fermente, toprağımsı ve tütünömsü lezzet karakterleri belirlenmiştir. Tüm örneklerde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri kavrulmuş/yanık karakter

olmuştur. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde saptanan ortak uçucu bileşenler ve lezzet karakterleri kullanılarak Cluster analizi ve Temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır. Ortak uçucu bileşenlere göre hafif ve orta kavrulmuş örneklerin bir grup oluşturduğu, çok kavrulmuş örneklerin ise ayrı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Lezzet karakterlerine göre ise orta ve çok kavrulmuş örneklerin bir grup oluşturduğu, hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinin ise ayrı bir grup oluşturduğu saptanmıştır.

Çalışma sonucunda Türk kahvesinin kavrulmuş/yanık, baharatımsı, odunumsu ve fermente lezzet karakterleri veren furan, pirazin, pirol ve fenol grubu bileşenler açısından zengin olduğu saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Türk kahvesi, Türk kahvesi lezzeti, Türk kahvesi uçucu bileşenleri, Türk kahvesi lezzet profili analizi

ABSTRACT**DETERMINATION OF THE CHARACTERISTIC FLAVOUR OF
TURKISH COFFEE BY GC/MS AND FLAVOUR PROFILE
ANALYSIS TECHNIQUE**

PhD in Food Eng.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yeşim ELMACI

October 2011, 99 pages

The aim of this study was to determine the characteristic flavour compounds of Turkish coffee brewed from light, medium and dark roasted, ground Arabica coffee beans by means of objective and sensory methods. In order to select the best isolation method for the determination of the volatile compounds of Turkish coffee by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS), manual headspace (HS), headspace/solid phase micro extraction (HS/SPME), in which four different fibers were tested, and liquid-liquid solvent extraction methods were applied. In result of the experiments it was determined that the best fit results with the Flavour Profile Analysis were obtained with the SPME method in which the Divinylbenzene/Carboxene/Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) fiber was used. As a result of the GC/MS analysis 50, 59 and 64 volatile compounds were determined in Turkish coffee samples brewed from light, medium and dark roasted coffee beans, respectively.

The compounds identified in the Turkish coffee samples included furans, pyrazines, pyrroles, phenols, pyridines, ketones, oximes, alcohols, aldehydes, thiophenes, benzenes and terpenes. As the degree of roasting of the coffee samples increased it was observed that the percentage of furans, pyrroles, phenols, pyridines and ketones increased, whereas the percentage of pyrazines, oximes, alcohols and aldehydes decreased. As a result of the sensory analysis carried out on the Turkish coffee samples by using the flavour profile analysis roasted/burnt, spicy, bitter, acidic, sweet, salty, astringency (dry), woody, fermented, earthy, tobacco-like flavour characteristics were determined For all samples the most intensely perceived flavour characteristic was roasted/burnt character. Cluster

Analysis and Principal Component Analysis (PCA) were applied to the common volatile compounds and flavour characteristics determined for the light, medium and dark roasted Turkish coffee samples. Based on the common volatile compounds, it was determined that light and medium roasted coffee samples formed one group whereas dark roasted coffee samples formed a separate group. However, based on the sensory ratings medium and dark roasted coffee samples formed one group whereas light roasted coffee samples formed a separate group.

As a result of the study it was concluded that Turkish coffee is rich in furans, pyrazines, pyrroles and phenols which provides coffee its' roasted/burnt, spicy, woody and fermented flavour characteristics.

Key Words: Turkish coffee, Turkish coffee flavour, volatile compounds of Turkish coffee, flavour profile analysis of Turkish coffee

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde vermiş olduğu maddi destek için Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü'ne, çalışmada kullanılan kahve örneklerinin temini ve işlenmesinin yanısıra verdikleri bilgi desteği için başta Sayın Müjdat Aydın olmak üzere Has Garanti Değirmen ve Kavurma Mak. San. ve Tic. Ltd. Şti.'ye ve Yongacı Kuruyemiş Kahve Şekerleme San. ve Tic. Ltd. Şti.'ye, panel eğitimlerinde kullanılan kahve aroma referanslarını sağlayan Etol d.d. firmasına, panelimde görev alarak duyusal analizleri gerçekleştirmemizi mümkün kılan panelistlerim Prof. Dr. Tomris Altuğ Onoğur, Prof. Dr. Gülden Ova, Doç. Dr. Yeşim Elmacı, Dr. Gülen Yıldız Turp, Dr. İlkin Şengün, Dr. Perihan Kendirci, Gülşah Sümen ve Güniz Eren'e, çalışmama değerli önerileri ile destek veren Prof. Dr. Tomris Onoğur ve Yrd. Doç. Dr. Murat Zorba'ya, çalışmamın her aşamasında göstermiş olduğu destek, yardım ve anlayış için değerli hocam Sayın Doç. Dr. Yeşim Elmacı'ya ve bu süreçte destek, anlayış ve sabır göstererek yanımda olan eşim ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. Dünyada ve Türkiye’de Kahvenin Tarihçesi, Yetiştiriciliği ve Ticareti	4
2.1.1. Türkiye’de kahve	5
2.2. Kahve Bitkisi, Kahvenin Kimyasal Yapısı ve Sağlık Üzerine Etkisi	7
2.2.1. Kahve bitkisi	7
2.2.2. Kahvenin kimyasal özellikleri	8
2.2.3. Kahvenin sağlık üzerine etkisi	12
2.3. Kahvenin İşlenmesi	13
2.3.1. Hasat	13
2.3.2. Kabuk ayırma	13
2.3.3. Kavurma	16
2.3.4. Öğütme	18
2.4. Kahve ile Hazırlanan İçecekler ve Türk Kahvesi	19
2.4.1. Filtre kahve	19
2.4.2. Espresso kahve	20
2.4.3. Çözünebilir hazır kahve	20
2.4.4. Türk kahvesi	21
2.5. Kahvenin Lezzet Bileşenlerinin Objektif ve Duyusal Yöntemlerle Belirlenmesi Konusunda Yapılmış Çalışmalar	22

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3. MATERYAL VE YÖNTEM	39
3.1. Materyal	39
3.2. Yöntem.....	39
3.2.1. Türk kahvesinin hazırlanması	39
3.2.2. Türk kahvesindeki uçucu bileşenlerin tayini	42
3.2.3. Türk kahvesinde lezzet profili analizi	44
3.2.4. İstatistiksel değerlendirme	48
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	49
4.1. Türk Kahvesi Örneklerinde Aydınlik Değeri Ölçümü ve Nem Analizine Ait Bulgular	49
4.2. Türk Kahvesinin Uçucu Bileşenlerinin İzolasyonu İçin Yöntem Seçimi	49
4.2.1. Manuel tepeboşluğu (HS) yöntemine ait bulgular	49
4.2.2. Tepeboşluğu/Katı faz mikroekstraksiyon (HS/SPME) yöntemine ait bulgular.....	51
4.2.3. Sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu yöntemine ait bulgular	64
4.2.4. Türk kahvesinin uçucu bileşenlerinin izolasyonu için yöntem seçimi bulgularının değerlendirilmesi.....	66
4.3. Türk Kahvesinin Lezzet Bileşenlerinin Saptanması İle İlgili Bulgular	67
4.3.1. Farklı derecelerde kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinin lezzet bileşenlerinin GC/MS ile saptanması ile ilgili bulgular.....	67
4.3.2. Türk kahvesi örneklerine ait LPA bulguları	79
4.4. Türk Kahvesi Örneklerinde Saptanan Uçucu Lezzet Bileşenleri ve Algılanan Lezzet Karakterleri ile İlgili Bulgularının Değerlendirilmesi.....	83
5. SONUÇ	88
KAYNAKLAR DİZİNİ	90
ÖZGEÇMİŞ	99

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

EKLER	
Ek 1. GC/MS analizi sonucu saptanan uçucu bileşenlerin Kovats Alıkonma İndeksini hesaplamak için kullanılan C7-C30 indeks standart alkan karışımına ait total ion kromatogramı	
Ek 2. Türk kahvesi örneğine ait manuel HS/GC/MS analizi total ion kromatogramı	
Ek 3. Türk kahvesi örneğine ait sıvı-sıvı çözügen ekstraksiyonu/GC/MS analizi total ion kromatogramı	
Ek 4. Türk kahvesi örneğine ait PA fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı	
Ek 5. Türk kahvesi örneğine ait PDMS/DVB fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı	
Ek 6. Türk kahvesi örneğine ait DVB/CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı	
Ek 7. Türk kahvesi örneğine ait CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı	
Ek 8. Hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı	
Ek 9. Orta kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı.....	
Ek 10. Çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı	
Ek 11. Türk kahvesi örneklerindeki saptanan ortak uçucu bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	
Ek 12. Türk kahvesi örneklerinde saptanan lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Türk kahvesi hazırlanmasında kullanılacak kahve/su oranının belirlenmesi için kullanılan sıralama testi formu.....	41
4.1. Türk kahvesi örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine göre Cluster analizi ile gruplandırması	75
4.2. Türk kahvesi örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı	76
4.3. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait lezzet profili diagramları	80
4.4. Türk kahvesi örneklerinin lezzet karakterlerine göre Cluster analizi ile gruplandırması	81
4.5. Türk kahvesi örneklerinin lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Yeşil ve kavrulmuş Arabika ve Robusta kahve çekirdekleri ve çözünür kahve tozunun bileşimi	9
2.2. Arabika kahvesinde saptanan uçucu bileşikler	25
2.3. Taze hazırlanmış filtre kahvede SPME/GC/MS ile saptanan uçucu bileşenler	34
3.1. Panel tarafından geliştirilen ve Lenoir and Guernonprez (2005) tarafından önerilen kahveye ait tanımlayıcı terimler ve ilgili referanslar.....	45
3.2. Türk kahvesi için geliştirilen tanımlayıcı terimler ve referans maddeler	47
4.1. Kahve örneklerinin aydınlık değerleri ve nem değerleri.....	49
4.2. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde manuel HS/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları	50
4.3. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde manuel HS/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı	51
4.4. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PA fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları.....	52
4.5. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PA fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı	53
4.6. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PDMS/DVB fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları	54
4.7. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PDMS/DVB fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı	56

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

4.8. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları	57
4.9. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı	60
4.10. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları.....	61
4.11. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde CAR/ PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı	64
4.12. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu/ GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları	65
4.13. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu/ GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı	66
4.14. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları	67
4.15. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait lezzet profili analizi sonuçları.....	79
4.16. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde saptanan uçucu bileşenler, uçucu bileşenlere ait literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve LPA sonucunda belirlenen lezzet karakterleri	84

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
≤	Küçük eşit
°	Derece
°C	Santigrad derece
\$	Amerikan doları
α	Alfa
γ	Gama
a	Kırmızı ve yeşillik değeri
b	Sarı ve mavilik değeri
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekaare
dk	Dakika
eV	Elektronvolt
F ₀	Sterilizasyon değeri
g	Gram
He	Helyum
kg	Kilogram
l	Litre
L	Aydınlık değeri
m	Metre
mg	Miligram

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ml	Mililitre
mm	Milimetre
n	Tekrar sayısı
pH	Hidrojen potansiyeli
µm	Mikrometre
sn	Saniye
t _R	Alıkonma süresi
Y	Aydınlık değeri
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CAR/PDMS	Karboksen/Polidimetilsiloksan
CIE	Uluslararası Aydınlatma Enstitüsü
DVB/CAR/PDMS	Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
E.Ü.	Ege Üniversitesi
FID	Alev iyonizasyon dedektörü
GC/MS	Gaz Kromatografisi/ Kütle Spektrometresi
GC/O	Gaz Kromatografisi/Olfaktometri
HP	Hewlett-Packard
HS	Tepeboşluğu
ISO	Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
LPA	Lezzet Profili Analizi
NIH	Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüleri

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
NIST	Ulusal Standartlar ve Teknolojiler Enstitüsü
PA	Poliakrilat
PCA	Temel Bileşen Analizi
PDMS/DVB	Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen
SPME	Katı faz mikroekstraksiyon
TS	Türk Standartları
UHT	Ultra yüksek sıcaklık

1. GİRİŞ

Çiğ çekirdek kahve “*Coffea arabica* Lyn. ve *Coffea caenophora* (alt varyete *Coffea robusta* Lyn.) türlerine giren kültüre alınmış kahve ağaçlarının meyvelerinden değişik yöntemlerle ayrılarak kurutulmuş tohumları”, öğütülmüş kahve ise, “çiğ çekirdek kahvenin tekniğine uygun olarak kavrulduktan sonra öğütülerek veya dövülerek toz haline getirilmiş hali” olarak tanımlanmaktadır (TS-3117, 1978).

Rubiaceae familyasının *coffea* cinsi içinde yer alan, kışın yapraklarını dökmeyen kahve bitkisi dikildikten yaklaşık 3-4 yıl sonra ilk meyvesini vermekle birlikte 30-40 yıl boyunca aralıksız meyve vermektedir. Kahve meyvesi; büyüklüğü, şekli ve rengindeki benzerlikler nedeniyle "kahve kirazı" olarak da adlandırılmaktadır ve içinde ince iki çekirdek bulunmaktadır. Nemli ortamı seven kahve ağacı düzenli yağışın olduğu tropik bölgelerde yetişmektedir. Doğada pek çok kahve türü yetişmesine rağmen yalnızca *Coffea arabica* ve *Coffea robusta* türlerinin tarımı yapılmaktadır (Wikipedia, 2011a; Smith, 1989).

Dünyada petrolden sonra 2. sırada yer alarak önemli bir ticari ürün olan kahvenin en büyük üreticisi Brezilya’dır. Türkiye’nin iklim şartları kahve tarımına uygun olmadığından, ülkemiz kahve ihtiyacı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Türkiye kahve tüketiminde Avrupa’ya göre oldukça gerilerde kalmaktadır. Avrupa’da kişi başına yıllık kahve tüketimi 5-6 kg olup tüketim İskandinav ülkelerinde 11-12 kg’a kadar yükselmektedir. Türkiye’de ise tüketim kişi başına yılda 250 gramdır.

Kahvenin ana kullanım alanı kahve içecekleri olup kahve tüketiminin başlıca nedeni hoş giden lezzeti ve uyarıcı etkisidir. Dünyada kahve içeceği farklı şekillerde tüketilmekte ve hazırlama şekline göre farklı isimler almaktadır. Söz konusu kahvelerin lezzeti, kullanılan çekirdek, kavurma parametreleri ve hazırlama şekline göre farklılıklar göstermektedir. Kahve çekirdeklerinin bileşimi kavurma ve pişirme sırasında önemli değişikliklere uğramaktadır. Özellikle kavurma işlemi sırasında kahve lezzetini oluşturan bileşenlerin ortaya çıktığı pek çok reaksiyon gerçekleşmektedir (Buffo and Cardelli-Freire, 2004). Kahve lezzeti

konusunda yapılan çeşitli araştırmalarla bugüne kadar 800'den fazla farklı lezzet bileşiği saptanmıştır. Kahvenin bu karmaşık lezzet bileşimi kahvenin botanik türü, işleme, öğütme ve ambalajlama gibi pek çok faktörden etkilenmekle birlikte kahve lezzetini belirleyen en önemli aşamaların kavurma ve pişirme aşamaları olduğu bilinmektedir.

Türkiye'de kahve yetişmemesine karşın, Türk kahvesi Türk kültürünü derinden etkilemiştir. Türk kahvesi, Türkler tarafından keşfedilen kahve hazırlama ve pişirme metodunun adıdır. Türk kahvesi ince öğütülmüş, kavrulmuş kahve çekirdeklerinin bir cezvede, isteğe göre şeker de ilave edilerek kaynatılmasıyla hazırlanmaktadır. (Food-Info, 2011; Coffee Research Org., 2011). Türk kahvesi edebiyattan günlük yaşantıya dek tüm geleneklere girmiş ve iz bırakmıştır. Kültürel öneminin yanında Türk kahvesinin sağlık üzerine etkileri, özellikle de antioksidan etkisi ile ilgili bazı çalışmalar da yapılmıştır (Gross et al.,1997; Gündüç and El, 2003).

Son yıllarda Türkiye'deki kahve piyasasının potansiyelinin farkedilmesiyle çok sayıda uluslararası kahve zincir firması Türkiye'de yatırım yaparak şubeler açmaya başlamıştır. Bu gelişmelere bağlı olarak Türk kahvesi dışındaki çeşitli kahve içeceklerine olan ilgi ve talep artmaktadır. Ülkemizde kültürel ve toplumsal alanda önemli bir yere sahip olan ve bugüne kadar dünyada özgün bir kahve çeşidi olarak yerini alan Türk kahvesinin ulusal ve uluslararası pazarda korunması ve geliştirilmesi açısından Türk kahvesinin karakteristik lezzetinin tanımlanması önem taşımaktadır. Dünyada filtre kahve, espresso ve plunger gibi çeşitli kahve içeceklerinin lezzet ve uçucu bileşenlerinin tanımlanması amacıyla pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak Türk kahvesinin lezzeti ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada hafif, orta ve çok kavrulmuş Arabika türü kahve çekirdeklerinin öğütülmesi ile elde edilen kahvelerden yapılan Türk kahvesinin karakteristik lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerin objektif ve duyusal analiz yöntemleriyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Türk kahvesi örneklerinin uçucu bileşenlerinin gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS) ile saptanmasında en uygun izolasyon yönteminin seçimi amacıyla manuel tepe boşluğu, dört farklı fiberin denendiği tepeboşluğu/katı faz mikro ekstraksiyon (HS/SPME), ve sıvı-sıvı çözügen ekstraksiyonu teknikleri

uygulanarak en uygun yöntem belirlenmiştir. İzolasyon yöntemi seçiminin ardından hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinin uçucu bileşenleri saptanmıştır. Söz konusu örneklerde ayrıca Lezzet Profili Analizi (LPA) uygulanarak Türk kahvesinin lezzet karakterleri belirlenmiş ve yoğunlukları değerlendirilmiştir.

Bu çalışma ile Türk kahvesi lezzetinin belirlenmesinde izolasyon ve GC/MS ile analiz koşullarının belirlenmesi ve lezzet profili analizi tekniği kullanılarak Türk kahvesi için standart lezzet dilinin geliştirilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca, Türk kahvesinin karakteristik lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerin ve lezzet karakterlerinin belirlenmesiyle bu çalışmanın Türk kahvesinin lezzeti konusundaki literatür boşluğunun doldurulması ve bu alanda yapılacak diğer çalışmalara yol göstermesi bakımından önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde kahvenin tarihçesi, yetiştiriciliği, ticareti, kahve bitkisi, kahvenin kimyasal yapısı ve sağlık üzerine etkisi, kahvenin işlenmesi, kahve ile hazırlanan içecekler, Türk kahvesi, kahve ürünlerinde lezzet bileşenlerinin objektif ve duysal yöntemlerle belirlenmesi konusundaki önceki çalışmalar özetlenmektedir.

2.1. Dünyada ve Türkiye’de Kahvenin Tarihçesi, Yetiştiriciliği ve Ticareti

Kahve, dünyada petrolden sonra 2. sırada yer alan önemli bir ticari ürün olup kahvenin ana kullanım alanı kahve içecekleridir. Kahvenin anavatanının Afrika kıtasında Etiyopya'nın güneyinde Kaffa adında bir yer olduğu ifade edilmektedir. Ortaçağın geç dönemlerinde kahve ağacı Arabistan'a getirilmiş ve kahve tarımı ilk kez burada geliştirilmiştir. Arabistan bölgesinde bir içecek olarak yaygınlık kazandıktan sonra, Mekke'ye hacı olmak için gelen Müslümanlar aracılığıyla kahve, Mısır, Hindistan, Endonezya ve Anadolu gibi bölgelere yayılmıştır. Arap yarımadasından sonraki ilk durağı Mısır, daha sonra ise Osmanlı başkenti olan İstanbul olmuş; burada ilk kahvehaneler 16. yüzyılda açılmıştır (Duran, 2004).

Avrupa'nın kahve ile ilk tanışması Osmanlılar aracılığıyla olmuştur. Kahve ilk kez IV. Mehmet'in bir elçisi tarafından 1664'de Paris'e götürülmüş ve XIV. Louis'nin sarayında içilmiştir. Venedikliler aynı dönemde deniz yoluyla kahveyi İstanbul'dan İtalya'ya, daha sonra da Marsilya ve İngiltere'ye kadar ulaştırmışlardır. Böylece kahve bütün Avrupa'ya yayılmış ve pek çok kentte kahvehaneler açılmaya başlanmıştır. Kahve içeceğinin gördüğü ilgi karşısında Avrupa, kahve üretimi konusunda çeşitli girişimlerde bulunmaya başlamıştır. İlk olarak 1700 yılında Hollanda'da Amsterdam Botanik Bahçesi'ne Cava'dan gönderilen bir tek kahve fidanı dikilmiştir. Hollandalılar tarafından bu fidanın bir çubuğu Guyana'ya, diğer bir çubuğu da Fransız kralı XIV. Louis'ye hediye edilmiş ve oradan da Fransız Guyanası'na gönderilmiştir. Kahve buradan Güney Amerika'ya geçmiştir. 1789 Fransız Devrimi sonrasında Haiti yerlilerinden kaçan bölgedeki kahve üreticileri, kahve fidanlarıyla Brezilya'ya geçmişler ve burada

kahve ekimini yaygınlaştırmışlardır. Daha sonra kahve ekimi Meksika, Guatemala, Kolombiya, Venezuela gibi Orta ve Güney Amerika ülkelerine yayılarak, ileride bu ülkelerin başlıca ürünü olma özelliğine kavuşmuştur. Günümüzde iyi kalite olarak tanımlanan kahve cinslerinin Guatemala kahvesi ile Brezilya ve Cava kahvelerinin karışımı olduğu ifade edilmektedir (Duran, 2004).

Kahvenin dünyada petrolden sonra 2. sırada yer alan önemli bir ticari ürün olmasının yanında yaklaşık 25 milyon ailenin kahve tarımıyla ilgilendiği tahmin edilmektedir. Brezilya, Endonezya, Fildişi Sahilleri, Kolombiya ve Meksika kahve tarımı açısından en ideal ülkeler olmakla birlikte dünyada en fazla kahve üretiminin Brezilya tarafından yapıldığı bilinmektedir. Brezilya'yı Vietnam, Kolombiya ve Endonezya takip etmektedir. 2010 yılında dünyada toplam kahve üretimi 7.998.480 tona ulaşırken en büyük üretici olan Brezilya 2.885.700 ton kahve üretmiştir. Üretilen kahvelerin yaklaşık % 70'ini Arabika türü kahve ve % 30'unu Robusta türü kahve oluşturmaktadır. Dünya kahve ihracatında ise en büyük payı Brezilya, Vietnam ve Kolombiya almaktadır. Dünyada en fazla kahve ithal eden ülke 1.462.658 tonla Amerika Birleşik Devletleri olmakla birlikte Avrupa Birliğinin toplam kahve ithalatı 4.174.271 ton olup Almanya, Fransa ve İtalya en fazla kahve ithal eden Avrupa Birliği ülkeleridir (ICO, 2011a).

2.1.1. Türkiye’de kahve

Türkiye, 1517 yılında Yemen Valisi Özdemir Paşa’nın kahveyi İstanbul’a getirmesiyle kahveyle tanışmıştır. Türklerin keşfettiği yeni hazırlama yöntemine göre kahve, güğüm ve cezvelerde pişirilerek “Türk Kahvesi” adını almıştır. İlk olarak İstanbul Tahtakale’de açılan ve daha sonra tüm şehre yayılan kahvehaneler sayesinde halk kahveyle tanışmıştır. Kitap ve güzel yazıların okunduğu, satranç ve tavlının oynandığı, şiir ve edebiyat sohbetlerinin yapıldığı bu kahvehaneler ve kahve kültürü, dönemin sosyal hayatında önemli bir yere sahip olmuştur (Wikipedia, 2011b). Saray mutfağında ve evlerde çok miktarda tüketilmeye başlanan kahve, çiğ kahve çekirdeklerinin tavalarda kavrulması ve dibeklerde dövülmesinden sonra cezvelerde pişirilmesiyle içime hazırlanmaktaydı. İstanbul'a gelen tüccarlar, seyyahlar ve Osmanlı elçileri sayesinde Türk kahvesinin lezzeti ve ünü Avrupa'yı oradan da tüm dünyayı kısa sürede sarmıştır (Wikipedia, 2011b; Gürsoy, 2005). O günden bugüne Türk kahvesinin Türk toplumunda oldukça

önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Türkiye’de kahve yetişmemesine karşın, Türk kahvesi Türk kültürünü derinden etkilemiştir. Türk kahvesi edebiyattan günlük yaşantıya dek tüm geleneklere girmiş ve iz bırakmıştır. Örneğin kahvaltı kelimesi “kahve –altı” yani kahve içmeden önce yenen öğün anlamına gelmektedir. Kökeni çok eskilere dayanan Türk kahvesi, hazırlanışı, hazırlanmasında ve sunumunda kullanılan ekipmanlar (cezvesi, fincanları, özel tepsisi vb.), sunumu, içimi ve kahve fallarıyla kendine özgü eşi görülmemiş bir kültüre sahiptir. Türk toplum hayatına da etki eden kahve, dostluğun simgesi haline gelmiş ve "kız isteme" merasimlerinin bir ögesi olmuştur (Wikipedia, 2011b; Wikipedia, 2011c; Güral, 1999; Dalan, 2007). Kahve ile Türkler sayesinde tanışan Avrupa; uzun yıllar kahveyi, Türk kahvesi olarak bu yöntemle hazırlayıp tüketmiştir (Wikipedia, 2011b).

Türk kahvesinin Türk kültüründeki yeri, kahvenin Türkiye’ye gelişiyle yaygınlaşan kahvehanelerin sosyal hayata etkileri, geçmişten günümüze geleneksel Türk kahvesi hazırlanması ve sunumunda kullanılan cezveler, tepsiler ve fincanlar ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Hattox, 1988; Özgündoğdu, 1992; Evren, 1996; Güral, 1999; Gürsoy, 2005; Dalan, 2007).

Ülkemizde yalnızca Mersin ve Anamur’da kahve deneme dikimleri iyi sonuç vermiş olup, 16 hektar alanda kahve tarımı yapılmaktadır (Wikipedia, 2011a, Food-Info, 2011). Türkiye’nin iklim şartları kahve tarımına uygun olmadığından, ülkemizde kahve ihtiyacı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Türkiye’ye en fazla kafeini alınmamış, kavrulmamış kahve ithal edilmekte olup ithalatın yaklaşık % 90’ı Brezilya’dan yapılmaktadır. 2010 yılında yurt dışından toplam 37.522 ton kahve ithalatı yapılmış olup bu rakam son 10 yılın en yüksek kahve ithalat rakamıdır (ICO, 2011a).

Türkiye kahve tüketiminde Avrupa’ya göre oldukça gerilerde kalmaktadır. Avrupa’da kişi başına yıllık kahve tüketimi 5-6 kg olup tüketim İskandinav Ülkelerinde 11-12 kg’a kadar yükselmektedir. Türkiye’de ise tüketim kişi başına yılda 250 g’dır. Türkiye’de kişi başına hazır kahve tüketimi yıllık 10-12 fincan olurken, Avrupa’da 175-200 fincan, filtre kahve ise Türkiye’de 1 fincan dolaylarında iken Avrupa’da 560-600 fincan düzeyinde bulunmaktadır (Duran, 2004).

2.2. Kahve Bitkisi, Kahvenin Kimyasal Yapısı ve Sağlık Üzerine Etkisi

2.2.1. Kahve bitkisi

Kahve “kökboyasıgiller (*Rubiaceae*) familyasının *coffea* cinsi tropik çalı türleri, bu türlerin tohumları ve bu tohumların kavrulup öğütülmesi ile elde edilen tozun su ya da süt ile karıştırılmasıyla yapılan içecek” olarak ifade edilmektedir (Güral,1999; Wikipedia, 2011a; Food-Info, 2011). Çiğ çekirdek kahve “*Coffea arabica* Lyn. ve *Coffea canephora* (alt varyete *Coffea robusta* Lyn.) türlerine giren kültüre alınmış kahve ağaçlarının meyvelerinden değişik yöntemlerle ayrılarak kurutulmuş tohumları”, öğütülmüş kahve ise, “çiğ çekirdek kahvenin tekniğine uygun olarak kavrulduktan sonra öğütülerek veya dövülerek toz haline getirilmiş hali” olarak tanımlanmaktadır (TS 3117, 1978).

Kışın yapraklarını dökmeyen kahve bitkisi yabani olarak 10 m’ye kadar büyüebilmekte, ancak meyvelerin kolay toplanabilmesi için sürekli budanarak yüksekliği yaklaşık 3 m olarak tutulmaktadır. 30-40 yıl boyunca aralıksız meyve veren bir ağaç türü olan kahvenin defne yaprağına benzer, derimsi ve kenarları dalgalı, koyu, parlak ve sivri uçlu yaprakları vardır. Kahve ağacının çiçekleri beyaz ve hoş kokuludur. İçinde ince iki çekirdek bulunan kahve meyvesinde çekirdeklerin birbirine bakan tarafı düz, dış tarafı yuvarlaktır. Her çekirdeğin içinde kahve tanesi olarak adlandırılan bir tohum bulunmaktadır. Tanenin düz yüzeyinde içi sert bir besli dokusu ile dolu olan derin bir çizgi yer alırken, besli dokusunun dış tabakası ince bir zarla kaplı olup, zarın dışında ise daha sert bir kabuk yer almaktadır. (Coffee Research Org., 2011; Wikipedia, 2011a; Smith, 1989). Kahve bol yağış alan, ortalama sıcaklığın 18-24 °C arasında bulunduğu ve don olayının görülmediği, ekvatorun 25° kuzeyi ile 30° güneyi arasındaki kuşakta yetişmektedir. Nemli ortamı sevdiğinden, kahve ağacının düzenli yağışın olduğu tropik bölgelerde yetiştirilmesi gerekmektedir (Wikipedia, 2011a).

Ticari olarak *Coffea arabica* Linn. (Arabika) ve *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Robusta) olmak üzere iki tür kahve önem taşımaktadır. Dünyada üretilmekte olan kahvelerin % 70’i *Coffea arabica* türüdür. Yeşilimsi sarı renkteki oval Arabika çekirdeklerinden üretilen kahve, Robustaya göre daha az kafein içermekte olup daha lezzetli ve tatlı bir aromaya sahiptir. Ancak söz konusu kahve hastalıklara ve iklim koşullarına çok dirençli olmadığından yetiştirilmesinin daha

zor ve pahalı olduğu ifade edilmektedir. *Coffea arabica*'nın en yaygın varyeteleri *C. arabica* var. *arabica* (syn. var. *typica*) ve *C. arabica* var. *bourbon* olup, diğerk bilinen *Coffea arabica* varyeteleri ise Caturra, Mundo Novo, Catuai, Kent ve Blue Mountain'dir (Smith, 1989). Robusta kahvesi dünya kahve üretiminin yaklaşık % 30'unu oluşturmaktadır. Hastalıklara ve iklim koşullarına çok dirençli olduğundan yetiştirilmesi çok daha kolay ve ucuzdur. Sarımsı kahverengi yuvarlak Robusta çekirdeklerinden üretilen kahveler ise Arabika'ya göre yaklaşık iki kat daha fazla kafein içermektedir. Söz konusu kahve, odunsu lezzeti nedeniyle kaliteli kahve üreticilerinin tercih etmediğı bir tür olmakla birlikte ucuz olmasından dolayı bazı üreticiler tarafından kahve harmanlarına katılmaktadır. En çok bilinen çeşitleri; Java-Ineac, Nana, Kouliou ve Congensis'tir (Food-Info, 2011; Smith, 1989).

2.2.2. Kahvenin kimyasal özellikleri

Yeşil kahve çekirdeklerinin bileşiminde, türüne göre değişiklik göstermekle birlikte yaklaşık % 50 polisakkarit, % 13 protein ve % 12 kadar yağ bulunmaktadır. Ayrıca klorojenik asitler, başta potasyum olmak üzere manganez, demir ve bakır gibi mineraller, alifatik asitler, trigonellin ve kafein bulunmaktadır. Çizelge 2.1'de yeşil ve kavrulmuş Arabika ve Robusta kahve çekirdekleri ile çözünür kahve tozunun bileşimi görölmektedir (Smith, 1989).

Çizelge 2.1. Yeşil ve kavrulmuş Arabika ve Robusta kahve çekirdekleri ve çözünür kahve tozunun bileşimi (Smith, 1989)

Bileşen	Arabika (% kuru madde)		Robusta (% kuru madde)		Çözünür kahve tozu (% kuru madde)
	Yeşil	Kavrulmuş	Yeşil	Kavrulmuş	
mineraller	3.0-4.2	3.5-4.5	4.0-4.5	4.6-5.0	9.0-10.0
kafein	0.9-1.2	1.0	1.6-2.4	2.0	4.5-5.1
trigonellin	1.0-1.2	0.5-1.0	0.6-0.75	0.3-0.6	0
yağlar	12.0-18.0	14.5-20.0	9.0-13.0	11.0-16.0	1.5-1.6
toplam klorojenik asitler	5.5-8.0	1.2-2.3	7.0-10.0	3.9-4.6	5.2-7.4
alifatik asitler	1.5-2.0	1.0-1.5	1.5-2.0	1.0-1,5	0
oligosakkaritler	6.0-8.0	0-3.5	5.0-7.0	0-3.5	0.7-5.2
toplam polisakkaritler	50.0-55.0	24.0-39.0	37.0-47.0	0	6.5
amino asitler	2.0	0	2.0	0	0
proteinler	11.0-13.0	13.0-15.0	11.0-13.0	13.0-15.0	16.0-21.0
humik asitler	0	16.0-17.0	0	16.0-17.0	15.0

Çağlarırnak (1994) tarafından yapılan çalışmada farklı firmalardan temin edilen *Coffea arabica* türü yeşil ve kavrulmuş kahve çekirdeklerinin kimyasal bileşimi saptanmıştır. Çalışmada, yeşil kahve bileşimi için toplam karbonhidrat % 51.53-54.03, yağ % 9.64-11.55, kül % 2.10-3.06, nem % 10.73-12.64, protein % 11.03-12.11, klorojenik asit % 6.78-8.75, kininik asit % 0.50-0.79, kafeik asit % 0.75-1.27, kafein % 0.78-1.39 ve trigonellin % 0.46-0.89 arasında saptanırken, kavrulmuş kahve için toplam karbonhidrat % 55.58-59.35, yağ % 13.06-15.41, kül % 2.42-3.47, nem % 0.73-1.50, protein % 12.29-13.04, klorojenik asit % 6.85-9.40, kininik asit % 0.88-1.54, kafeik asit % 0.80-1.29, kafein % 1.00-1.60 ve trigonellin % 0.42-0.61 olarak belirlenmiştir.

Yeşil kahve çekirdekleri istenen lezzet ve renk özelliklerine sahip değildir. Bu özellikler kavurma işlemi sırasında ortaya çıkmaktadır. Kavurma işlemi sırasında kahve lezzetini oluşturan bileşiklerin ortaya çıktığı pek çok reaksiyon gerçekleşmektedir. Kavrulmuş kahve çekirdeğinin bileşenleri uçucu olmayan ve

uçucu bileşikler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Kavrulmuş kahvenin uçucu olmayan bileşenleri ve bu bileşenlerin kahve içeceklerinde oluşturdıkları özellikler aşağıda sıralanmıştır (Buffo and Cardelli-Freire, 2004):

- Kafein; kahve içeceğinin acılığını, kuvvetini ve dolgunluğu etkilemektedir.
- Trigonellin ve türevleri; nikotinic asit ve N-metilnikotinamid.
- Proteinler ve peptitler; Maillard reaksiyonuna katılmaktadır.
- Polisakkaritler (selüloz, hemiselüloz, arabinogalaktan ve pektinler), uçucu bileşiklerin tutulması ve kahve içeceğinin viskozitesini etkilemektedir.
- Humik asitler veya melanoidinler; amino asitler ile monosakkaritler arasındaki Maillard reaksiyonunun son ürünü olup kahverengi olduklarından kavrulmuş kahvenin rengini belirlemektedir.
- Karboksilik asitler (sitrik, malik ve asetik asit), ekşiliği etkilemektedir.
- Klorojenik asitler (sinamik asit, kafeik asit, ferulik asit, isoferulik, sinapik asit ve başlıca bozunma ürünü kinik asit); kahve lezzetindeki burukluğu etkilemektedir.
- Yağlar (trigliseritler, terpenler, tokoferoller ve steroller); kahve içeceğinin viskozitesini etkilemektedir.
- Mineraller (potasyum, manganez, demir, bakır); kavrulma ve depolama aşamasında reaksiyonları katalizlemektedir.

Kahvede bulunan uçucu bileşiklerin sayısının 800'ün üzerinde olduğu ve analitik yöntemler geliştikçe bu bileşiklere yeni bileşiklerin ekleneceği ifade edilmektedir. Uçucu bileşiklerin oluşumu çok karmaşık ve henüz tam olarak çözülememiş olmakla birlikte başlıca reaksiyonlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Buffo and Cardelli-Freire, 2004):

- Maillard reaksiyonu; nitrojen içeren maddelerle (amino asitler, proteinler, trigonellin ve serotonin) karbonhidratlar (şekerler) arasındaki reaksiyon ile aminoaldoz ve aminoketon oluşumu .

- Strecker degradasyonu; amino asit ile α -dikarbonil arasındaki reaksiyon sonucu oluşan aminoketonun kondanse olmasıyla heterosiklik azot bileşikleri veya formaldehit ile reaksiyona girmesi sonucunda okzasol oluşumu.
- Sistin, sistein ve metionin gibi kükürtlü amino asitlerin bozunarak indirgen şekerler veya Maillard ara ürünleri ile reaksiyona girmesi sonucunda merkaptanlar, tiyofenler ve tiyazollerin oluşumu.
- Serin ve treonin gibi hidroksi amino asitlerin bozunarak sakkarozla reaksiyona girmesi ile alkilpirazin oluşumu.
- Pirolin ve hidroksiprolinin bozunarak maillard ara ürünleri ile reaksiyonu sonucu piridinler, piroller, pirolizinler, alkil-, açıl- ve furfurilpirollerin oluşumu.
- Trigonellinin bozunması ve alkilpiridin ve pirollerin oluşumu.
- Kinik asit degradasyonu sonucu fenollerin oluşumu.
- Başta karotenoidler olmak üzere pigmentlerin degradasyonu.
- Minör lipid degradasyonu, özellikle diterpenler.
- Bozunma ara ürünleri arasındaki interaksiyonlar.

Kavrulmuş kahvede oluşan başlıca uçucu bileşik gurupları aşağıda sıralanmaktadır (Buffo and Cardelli-Freire, 2004):

- Kükürtlü bileşikler, tiyoller, hidrojen-sülfür, tiyofenler (esterler, aldehitler, ketonlar), tiyazoller
- Pirazinler (pirazin, tiyol ve furfuril türevleri, alkil türevleri)
- Piridinler (metil, etil, asetil ve vinil türevleri)
- Piroller (alkil, açıl ve furfuril türevleri)
- Oksazoller
- Furanlar (pirazinler ve piroller ile kombine aldehitler, ketonlar, esterler, alkoller, asitler, tiyoller, sülfürler)
- Aldehitler ve ketonlar (alifatik ve aromatik)

- Fenoller .

Kahvede bulunan pirazinlerin kahveye ceviz, tahıl, kraker veya kavrulmuş gibi lezzetler kazandırdığı, tiyazollerle birlikte, pirazinlerin kahve lezzetine önemli derecede katkıda bulundukları saptanmıştır. Bunun yanı sıra piroller kahvedeki tatlı, karamel ve mantar benzeri lezzetten sorumlu iken tiyofenler ise etsi bir lezzete neden olmaktadır (Food-Info, 2011).

Kahve lezzetinin duysal olarak tanımlanmasında baharat, çiçek, çikolata, çim/yeşil bitki, fındık, hayvanımsı, karamel, kauçuk, kimyasal/ilaç, kokuşmuş/bozulmuş, kül, meyve/turunçgil, odun, şarap, kızarmış ekmek/tahıl/malt, toprak, tütün, yanık gibi ifadeler kullanılırken tadının tanımlamasında, acı, asit, ekşi, tatlı, tuzlu ve yuttuktan sonra ağızda kalan tat için buruk ve yoğun ifadeleri kullanılmaktadır (Food-Info, 2011).

2.2.3. Kahvenin sağlık üzerine etkisi

Kahvenin bileşiminde insan sağlığına etkisi olan çeşitli bileşenler bulunmaktadır. Kahvenin kafein içeriğine bağlı uyarıcı etkisi uzun yıllardır bilinmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda orta düzeyde (günde 2 bardak) kahve tüketiminin ileride Alzheimer, Parkinson, tip 2 diyabet, kalp hastalığı riskini azalttığı, kafeinli kahve tüketiminin safra kesesi rahatsızlığı oluşma olasılığını azalttığı, zihinsel performansı arttırdığı, ağrı kesici etkisi olduğu, laksatif ve diüretik etkisi bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca kahvenin bileşiminde bulunan başta klorojenik asitler ve bozunma ürünleri olmak üzere, kafein, kahveol ve kafestolün antioksidan, antikanserojen ve anti mutajenik etkileri bulunduğu belirtilmektedir (Wikipedia, 2011d; George et al.; 2008; Huber et al., 2003; Higdon and Frei, 2006). Buna karşılık kahve tüketimi ile kafeine bağlı gerginlik ve uykusuzluk problemi, kabızlık, dişlerde leke oluşumu, kolesterol, tansiyon, hamilelikte ölü doğum riskinin arttığı, fertilitenin azaldığı, menopoiz sonrasında osteoporoz riskinin arttığı, koroner damar hastalıkları riskini arttırdığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Wikipedia, 2011d; George et al., 2008; Higdon and Frei, 2006).

Son yıllarda Türk kahvesinin sağlık üzerine etkileri, özellikle de antioksidan etkisi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Gross et al. (1997) tarafından yapılan çalışmada Türk kahvesinin yüksek miktarda kahveol ve kafestol içerdiği

saptanmış ve antikarsinojenik etkilerinin de bulunduğu belirtmiştir. Karakaya et al. (2001) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’de yaygın olarak tüketilen bazı katı ve sıvı gıdaların yanı sıra Türk kahvesinin toplam fenol içeriği ve toplam antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. İncelenen sıvı gıdalar porsiyonlarında bulunan toplam fenolik madde miktarına göre siyah çay > çözünür kahve > kola > kırmızı şarap > kara havuç suyu > kayısı nektarı > Türk kahvesi > üzüm pekmezi > adaçayı > beyaz şarap > ıhlamur olarak sıralanmıştır. Gündüç and El (2003) tarafından farklı sebze, meyve ve içeceklerin toplam fenol konsantrasyonu ve LDL oksidasyonunu önleme düzeyleri üzerine yapılan çalışmada Türk kahvesinin cevizden sonra en yüksek toplam fenol konsantrasyonuna (2398 mg/l) sahip olduğu belirlenmiştir.

2.3. Kahvenin İşlenmesi

Kahve tüketime hazır hale gelinceye kadar başlıca dört aşamadan geçmektedir. Bu aşamalar; kahve çekirdeklerinin olgunlaşması ve hasat, yaş veya kuru yöntemle kabuklarından ayrılması, kavrulması ve öğütülmesi olarak özetlenebilmektedir.

2.3.1. Hasat

Kahve meyveleri her sene meyvenin parlak kırmızı renge döndüğü yani olgunlaştığı kuru mevsimde hasat edilmektedir. Kahve meyveleri üç farklı yöntemle toplanmaktadır (Coffee Research Org., 2011):

- **Elle toplama:** bu yöntemde olgun meyveler tek tek seçilerek toplanmaktadır.
- **Dalı sıyırma yöntemi ile toplama:** Bu yöntemde daldaki olgun olan ve olmayan tüm meyveler toplanmaktadır.
- **Makine ile toplama:** Bu yöntemde makinenin yarattığı sarsmaya bağlı olarak dallardaki meyvelerin düşürülmesiyle meyveler toplanmaktadır.

2.3.2. Kabuk ayırma

Kahve meyveleri toplandıktan sonra sıra çekirdeklere ulaşmaya gelmektedir. Bu süreç, çekirdeklerin dış kabuk ve meyvesinden incinmeden ayrılmasını gerektirdiğinden önemli bir süreç olarak sayılmaktadır. Kahve meyveleri toplandıktan sonra çekirdeklerinin kabuklarından ayrılması için yaş ve kuru

yöntem olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır (Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011a; Smith, 1989).

Yaş yöntem genellikle Arabika kahvelerin işlenmesinde kullanılan bir yöntem olup, özel ekipmanlar ve bol miktarda su gerektirmektedir. Doğru şekilde uygulandığında kahve çekirdeğinin kalitesi daha iyi korunmakta ve daha az kusurlu çekirdek içeren homojen yeşil kahve çekirdeği elde edilmektedir. Bu nedenle bu yöntemle elde edilen kahveler daha pahalı olmaktadır (Food-Info, 2011; Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011b.; Smith, 1989). Yaş işlenecek kahve meyveleri genellikle elle yalnızca olgun meyvelerin seçilmesiyle toplanmaktadır. İşlenmek üzere gelen meyveler öncelikle yıkanmakta ve bozuk meyve taneleri ve taş gibi yabancı maddeler ayıklanmaktadır. Daha sonra meyveler palperlere beslenmektedir. Palperler tambur veya disk tipi olabilmektedir. Temel prensip, kahve meyvesinin biri sabit diğeri ise hareketli iki yüzey arasında sıkıştırılması suretiyle meyvenin kabuğunu ve etini bir yana, parşömen içindeki çekirdeğini ise diğeri bir yana ayırmaktır. Palperden çıkan kahve çekirdekleri tamburlu separatör veya eleklerden geçirilerek kabuk ve etinden ayrılmamış meyveler uzaklaştırılmaktadır. Palper aşamasından sonraki aşama fermentasyon aşamasıdır. Bu aşamada çekirdeğin etrafındaki parşömen, üstündeki meyve kalıntıları enzimler yardımıyla parçalanmaktadır. Bu aşamada genellikle doğal fermentasyon sonucunda parşömeni çevreleyen dokudaki maya ve bakteri gelişimi ile ortaya çıkan enzimlerin yardımı ile parçalanma gerçekleşmektedir. Ancak gerekli hallerde pektik enzim preparasyonları ortama ilave edilerek işlem hızlandırılabilir. Kahvenin fermentasyon süresi, kahve miktarı, su sıcaklığı ve nem oranına bağlıdır. Kahve çekirdeğinin etrafındaki yapışkan kalıntı protopektin (% 33), glikoz ve fruktoz gibi indirgen şekerler (% 30), indirgen olmayan şekerler (% 20), selüloz ve külden (% 17) oluşmaktadır. Fermentasyon sırasında enzimler yardımıyla protopektin hidrolizasyonu ile pektin degrade olmaktadır. Fermentasyon sonunda çekirdek etrafındaki yapışkan, kaygan doku uzaklaşmış olduğundan çekirdekler “çakılımsı” bir görüntüye kavuşmaktadır. Fermentasyon sonrası çekirdekler temiz suyla tanklarda veya özel yıkama makinalarında iyice yıkanmakta ve bu aşamada “parşömen” kahve yaklaşık % 50 nem içermektedir. Kahve çekirdeğinin nem miktarının maksimum % 12-12.5 olması gerekmektedir. Bu nedenle kahve çekirdekleri güneşte veya mekanik

kurutucularda istenilen neme ulaşılan kadar kurutularak ihracata kadar bu şekilde depolanmaktadır. Bu aşama sonunda kahve genellikle “parşömen kahve”, “yıkamış kahve” veya “plantasyon kahve” olarak adlandırılmaktadır (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Smith, 1989).

Doğal yöntem olarak da bilinen kuru yöntem ise en eski, en kolay ve en az makine gerektiren yöntem olup esas olarak bütün meyvenin kurutulmasına dayanmaktadır. Kuru işleme genellikle iklimin sıcak ve kuru olduğu yerlerde ve suyun az olduğu bölgelerde tercih edilmektedir. Bu yöntemde genellikle kahve meyveleri ağaçta daha uzun süre bırakılmakta ve dal sıyırma yöntemi ile toplanmaktadır. Hasat edilen kahve kirazları olgun olmayan veya aşırı olgun meyveleri, bozuk meyveleri ve taş, yaprak, dal gibi yabancı maddeleri uzaklaştırmak için ayıklanmakta ve temizlenmektedir. Bu işlem genellikle büyük elekler kullanılarak elde yapılırken, bazı yerlerde yıkama kanalları da kullanılmaktadır. Ayıklanan kahve meyveleri güneşte kurutulmak üzere geniş beton avlulara, tarlalarda örtüler üzerine veya kurutma masalarına serilmektedir. Homojen kurumayı sağlamak için kahve meyveleri düzenli olarak alt-üst edilmekte, nemli havalarda ve geceleri kahveler yığınlar halinde toplanarak üzerleri örtülmektedir. Hava koşullarına bağlı olarak kahve çekirdeklerinin % 12 neme kadar düşmesi 4 hafta kadar sürebilmektedir. Bazı büyük plantasyonlarda kurutmayı hızlandırmak için son aşamalarda makine ile kurutma gerçekleştirilmektedir. Kuru yöntemle işlenmiş olan yeşil kahve çekirdekleri “kuru kiraz”, “yıkamamış kahve”, “naturel (doğal) kahve” olarak adlandırılmaktadır (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Smith, 1989).

Kuru yöntem Brezilya’da üretilen kahvelerin % 95’i ile Etiyopya, Haiti, Paraguay, Hindistan ve Ekvator’da üretilen Arabika kahvelerinin çoğu için kullanılırken Robusta kahvelerinin hemen hemen tamamı bu yöntemle işlenmektedir (ICO, 2011b; Food-Info, 2011; Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011a; Smith, 1989).

Yaş veya kuru yöntemle işlenen kahve çekirdeklerine daha sonra kabuk ayırma, ayıklama ve sınıflandırma işlemleri uygulanmaktadır. Bu aşamaya kadar yapılan işlemler genelde kahve plantasyonlarında gerçekleştirilebilmekte ancak kabuk ayırma, ayıklama ve sınıflandırma işlemleri daha fazla ekipman gerektirmesi ve pahalı olması nedeniyle “değirmen” olarak da adlandırılan daha

büyük işletmelerde gerçekleştirilmektedir. Kabuk ayırma işleminde amaç kuru işlenmiş kahve meyvelerinde çekirdek etrafındaki tüm kuru meyve ve kabuğu uzaklaştırmak, yaş işlenmiş kahvelerde ise çekirdek etrafındaki parşömen kabuğu uzaklaştırmaktır. Bu işlemde kahve vidalı besleme sistemleri ile kabuk ayırma makinesi içine beslenmekte ve sürtünme ile kahvenin parşömen kabuğu parçalanmakta ve hava akımı ile uzaklaştırılmaktadır. Çekirdek etrafında meyve parçaları bulunması durumunda makineye yerleştirilmiş hareketli çıkıntılar yardımıyla meyve ve çekirdek çevresindeki kabuk beraber uzaklaştırılmaktadır. Kahve çekirdekleri arasında bulunabilecek yabancı maddeler ve kabuğu ayrılmamış taneler hava akımı yardımıyla ve bazı işletmelerde elektronik renk ayırıcılar yardımıyla uzaklaştırılmaktadır. Son olarak yeşil kahve çekirdekleri elekler yardımıyla boylarına göre sınıflandırılmakta ve ihraç edilmek üzere 60 kg'lık torbalara doldurulmaktadır. Kahve kalitesi çekirdek büyüklüğü, rengi, işleme yöntemi, hasat yılı, lezzeti, kusurlu çekirdek oranı gibi faktörler değerlendirilerek sınıflandırılmakta ve sınıflandırma standartları ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Franca et al., 2005; Smith, 1989).

2.3.3. Kavurma

Yeşil kahve çekirdeğinden kahve içeceği hazırlanana kadar arada kavurma, öğütme ve kahve pişirme aşamaları yer almaktadır. Yeşil kahve çekirdeğinde kavrulmuş kahveye özgü renk ve lezzet karakteristiklerinin bulunmadığı bu özelliklerin kavurma işlemi sırasında ortaya çıktığı bilinmektedir. Genel olarak kavurma işleminde kahve çekirdekleri istenilen kahverengi tonuna ulaşılan kadar düzenli ısı uygulanmakta ve homojen kavurmayı sağlamak için sürekli karıştırma ile kavrulmaktadır. Sanayi tipi kavurma makineleri kesikli veya sürekli sistem olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır. Her iki sistemde de kahve çekirdekleri alttan ısı uygulanan dönen bir tamburda kavrulmaktadır (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Smith, 1989).

Kesikli sistemde kahve çekirdekleri önceden ısıtılmış tambur içersine atılmakta ve istenen süre boyunca ısı işleme tabi tutulduktan sonra kavrulmuş çekirdekler bir soğutma tepsisine alınarak mekanik olarak karıştırmak suretiyle hızla soğutulmakta ve ardından kavrulmuş çekirdeklerin depolandığı hazneye aktarılmaktadır. Sürekli sistemde ise yeşil kahve çekirdekleri sürekli olarak ısı

işlem uygulanan dönerli tambura beslenmekte ve kavruan çekirdekler buradan hava soğutmalı bölümden geçerek soğutulmaktadır. Makineden çıkmadan önce hafif su püskürterek soğuma hızlandırılabilir.

Kahve kalitesi açısından çiğ kahve çekirdeklerinin kavurma işlemi sırasında uygulanan sıcaklık ve sürenin kontrol edilmesi önem taşımaktadır. Çünkü kavurma işlemi yalnızca kahvenin rengini değil bu kahveden yapılacak olan içeceğin lezzetini de doğrudan etkilemektedir. Örneğin az kavrulmuş Arabika fazla asidik, düşük kıvamlı ve lezzetsiz bir ürün verecek, fazla kavrulmuş kahve de ise acılık fazla olacaktır (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Buffo and Cardelli-Freire, 2004; Smith, 1989).

Kahve kavurma işleminde toplam kavurma süresinin yaklaşık % 80’lik kısmında kahve çekirdeği yaklaşık % 12 nem kaybetmekte ve rengi önce saman sarısı ve daha sonra açık kahverengiye dönmektedir. İkinci aşamadaysa piroliz gerçekleşmekte, kahve çekirdeği genişlerken, rengi hızla koyulaşmakta, yağlı bir duman çıkışı ile çatlama sesleri duyulmaktadır. Aynı zamanda kahve çekirdeğinin kimyasal yapısında da hızlı değişimler gerçekleşmektedir. Bu nedenle kavurma sonrasında bu reaksiyonları durdurmak açısından çekirdeklerin hızla soğutulması önem taşımaktadır. Kavrulmuş kahve çekirdekleri oda koşullarında 1 hafta tazeliğini koruyabilmektedir. Kahve üreticileri müşterilerine uygun özellikte kahve sunabilmek için genellikle kavurma öncesinde veya sonrasında kahve çekirdeklerini harmanlamaktadır. Özellikle büyük miktarda üretim yapan fabrikalarda partiler arasında farklılık olmasını önlemek için bu yol kullanılmaktadır (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Buffo and Cardelli-Freire, 2004; Smith, 1989)

Kavurma işlemi sonucunda başta karbondioksit gazı halinde uzaklaşma, su kaybı ve piroliz sonucu oluşan uçucu bileşikler nedeniyle kuru madde kaybı olmaktadır. Polisakkaritler, şekerler, aminoasitler ve klorojenik asit önemli düzeyde bozunmakta ve organik asit ile yağ içeriği artmaktadır. Kavurma ayrıca yüksek miktarda karamelizasyon ve kondensasyon ürünlerinin oluşumuna neden olurken kafein ve trigonellin konsantrasyonu değişmemektedir (Buffo and Cardelli-Freire, 2004).

Kavrulmuş kahve çekirdekleri renklerine göre derecelendirilmektedir. Kahve yaygın olarak hafif, orta ve koyu kavrulmuş olarak sınıflandırılmaktadır.

Ancak dünyada bu ifadelerin karşılığı ülkeden ülkeye değişebilmektedir. Bu terimlerin dışında kavurma derecesini belirtmekte Amerikan usulü, Fransız usulü, İtalyan usulü ve Viyana usulü kavrulmuş gibi terimler de sıklıkla kullanılmaktadır. ABD’de kavrulmuş kahve Agtron renk skalasına göre sınıflandırılmaktadır; TS 3117 de ise hafif, orta ve çok kavrulmuş kahveler için CIE renk sistemine göre elde edilmesi gereken aydınlık değerleri belirtilmiştir. (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Smith, 1989; TS 3117, 1978)

Kahvenin kavrulma derecesi kahve çekirdeklerinin rengi, kütle kaybı, lezzet gelişimi ve bazı bileşiklerdeki kimyasal değişiklikler değerlendirilerek belirlenebilmektedir (Mendes et al., 2001). Kahve kalitesini en çok etkileyen faktörlerden olan kavurma derecesinin saptanması ve izlenmesinin son ürün kalitesi açısından çok önemli olduğu ifade edilmektedir. Bu kapsamda kahve kavurma işlemi sırasında kahve çekirdeklerinin rengi ve yüzey alanındaki değişimin izlenebileceği böylelikle de üretim sırasında kahvenin kalitesinin kontrol edilebileceği bir sistem kurulması konusunda bazı çalışmalar yapılmaktadır (Hernandez et al., 2007)

Franca et al. (2005) tarafından yapılan çalışmada çiğ ve kavrulmuş Arabika kahve çekirdeklerinin kalitesinin belirlenmesi için yoğunluk, hacim ve renk gibi fiziksel özellikler ile kafein, trigonellin ve klorojenik asit içeriği gibi kimyasal özellikler incelenmiştir. Çalışmada, kavrulmuş kahvede rengin belirlenmesinde tristimulus kolorimetre kullanılarak çekirdek ve öğütülmüş kahve örneklerinde L, a ve b değerleri ölçülmüştür.

2.3.4. Öğütme

Kahve kavurma aşamasından sonra öğütme işlemi gelmektedir. Öğütme işlemi kahve içeceklerinin hazırlanması sırasında başta lezzet bileşenleri olmak üzere kahvedeki çözünür maddelerin içeceğe geçme düzeyini belirleyen önemli etkenlerdendir. Öğütme işlemi sanayi tipi kahve değirmenleri ile gerçekleştirilmektedir. Kavrulmuş kahve çekirdekleri hangi tip kahve ekstraksiyon yöntemi, yani hangi kahve pişirme yönteminin kullanılacağına göre kalın, orta, ince, çok ince gibi farklı derecelerde öğütülmektedir (Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011a; Mendes et al., 2001). Örneğin Türk kahvesi için çok ince öğütülmüş kahve kullanılmaktadır. Espresso makineleri için ince öğütülmüş kahve kullanılırken plunger tipi kahvelerde suyun kahve ile temas süresi daha

uzun olduğundan ve çok ince kahve filtreden geçeceğinden orta çekilmiş kahve kullanılmaktadır (Coffee Research Org., 2011; ICO, 2011b; Smith, 1989). Öğütme derecesi ile ilgili olarak dünyada farklı standartlar kullanılmaktadır. Ancak genel bir fikir vermesi açısından bir adet kavrulmuş kahve çekirdeğinin ortalama 3.4 cm^2 yüzey alana sahip olduğu dikkate alındığında farklı kahve içecekleri için öğütme sonucu bir kahve çekirdeğinin kaç parçaya bölünmüş olması gerektiği konusunda aşağıdaki değerler verilmektedir:

- French press: 100-300 partikül
- Filtre: 500-800 partikül
- Vending, Filtre Fine: 1.000-3.000 partikül
- Espresso: 3.500 partikül
- Türk kahvesi: 15.000-35.000 partikül

Öğütülmüş kahve oda koşullarında en fazla 2-3 gün tazeliğini koruyabilmektedir. Bu yüzden öğütülmüş kahve genellikle vakum paketlenerek piyasaya sürülmektedir (Ephraim, 2009; Smith, 1989).

2.4. Kahve ile Hazırlanan İçecekler ve Türk Kahvesi

Kahve içeceklerinin hazırlanmasında kahve kavurma ve öğütme aşamalarından sonraki aşama pişirmedir. Dünyada kavrulmuş ve öğütülmüş kahve çekirdeklerinden farklı pişirme yöntemleriyle hazırlanan pek çok kahve içeceği çeşidi bulunmaktadır. Filtre kahve, plunger veya diğer bir adıyla French press kahve, espresso, Türk kahvesi gibi kahveler ve bu kahvelere süt, krema, aroma gibi çeşitli malzemeler ilave edilerek geliştirilmiş kahve içecekleri belli başlı kahve içecek çeşitleri olarak sayılabilmektedir (Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011a).

2.4.1. Filtre kahve

Filtre kahve hazırlama yönteminde koyu kavrulmuş, orta veya kalın çekilmiş kahve bir filtre üzerine yerleştirilerek üzerinden kaynar su geçirilmektedir. Kâğıt filtreler kahvenin direkt olarak suya geçmesini engellemektedir. Filtre kahve için French press adı verilen bir cam silindir içine yerleştirilmiş süzgeçli piston kullanılabileceği gibi filtre kahve makineleri de kullanılmaktadır. Filtre kahve özellikle Almanya ve ABD’de yaygın olup, filtre

kahvelerde ideal oran 1 l suya 55 g kahve olarak önerilmektedir (Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011b; Gürsoy, 2005).

2.4.2. Espresso kahve

Espresso koyu kavrulmuş ve ince çekilmiş kahvenin içinden 90°C sıcaklıktaki suyun yüksek basınçla çok kısa bir süre geçirilmesi ile hazırlanmaktadır. Bu sürenin çok kısa olması önemli bir nokta olup kahvenin ismi de bu nedenle İtalyanca’da ekspres anlamına gelen “espresso”dur. Filtre kahveye nazaran daha yoğun ve sert içimli olan iyi hazırlanmış bir fincan espresso kahvenin üzerinde doğal olarak oluşan ve krema olarak isimlendirilen bir tabaka yer almaktadır. Espresso kahve servis edildikten sonra arzuya göre şeker, kişi tarafından ilave edilmektedir. İyi espresso açık kahverengiden kakao rengine doğru değişen, bazen koyu kahverengi damarlı krema görünümünde, uzun süreli köpüğe sahip, yoğun, aromalı, tam gövdeli, lezzetli, tatlımsı hoş kokulu ve tattıktan sonra kalıcı lezzete sahip olmalıdır. Espresso kahvenin istenilen lezzet ve yoğunlukta olması için ideal olarak 30 ml su için 6.5-7 g kahve kullanılmalıdır. Makine pompa basıncı 9-10 atmosfere, suyun sıcaklığı ise 90 °C’ye ayarlanmalı ve espresso fincanının 2/3'lük kısmının 25-30 saniyede dolmasına özen gösterilmelidir (Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011b; Gürsoy, 2005).

2.4.3. Çözünebilir hazır kahve

İlk hazır kahve 1901’de kimyacı Satori Kato tarafından ABD’de geliştirilmiş ancak ilk 1938’de Nescafe tarafından ticari olarak piyasaya sürülmüştür. Yıllar içinde hazır kahve kalitesi ve çeşitliliği çok artmıştır. Hazır kahvenin en büyük avantajı hazırlama kolaylığı ile uzun süre tazeliğini ve aromasını korumasıdır. Hazır kahve üretiminin aşamaları kahve çekirdeklerinin harmanlanması, kavurma, öğütme, ekstraksiyon, püskürterek veya dondurarak kurutma, aromatisasyon, dolum ve ambalajlama olarak sayılmaktadır. Ekstraksiyona kadar olan aşamalar diğer kahve türleri ile aynı olup, yalnızca kahve çekirdekleri ekstraksiyon sırasında suyun daha kolay geçmesini sağlamak açısından kaba olarak öğütülmektedir. Öğütülmüş kahve çekirdeklerinden ekstraksiyon kahve içerisinden yüksek basınç altında 140–180 °C sıcaklıkta su geçirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Ekstraksiyon işleminde sürenin mümkün olduğunca kısa tutulması (maksimum 30 dk) tat ve aromayı olumlu etkileyeceğinden önerilmektedir. Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen

ekstrakt içindeki çözünmeyen kolloidal maddeleri ayırmak için filtre veya santrifüj işlemi uygulanmakta ve ardından evaporatör yardımıyla konsantre hale getirilmektedir. Kurutma işlemi püskürtmeli kurutucular veya dondurarak kurutma ile yapılmaktadır. Ekstrakt, püskürtmeli kurutucularda, istenilen partikül boyutuna göre ayarlanmış bir kurutucu kulenin tepesindeki bir atomizörden geçirilerek püskürtülmektedir. Atomizör ünitesinde ise, aglomerasyon işlemini sağlayan (belirli tane boyutuna getirme işlemi) manuel olarak ayarlanabilir aglomeratörler bulunmaktadır. Ekstraktın kurutulmasında püskürtmeli kurutucuların yanı sıra daha yüksek kalitede son ürün veren dondurarak kurutma sistemleri de kullanılmaktadır. Dondurarak kurutma işleminde konsantre kahve ekstraktı dondurulduktan sonra oluşan katı kütle parçalanmakta ve çok yüksek vakum uygulanarak suyun süblime olması sağlanarak geriye kuru kahve granülleri kalmaktadır. Bu kurutulmuş kahve tekrar suda çözülduğünde oldukça iyi kahve tadı vermekle birlikte neredeyse hiç aromaya sahip olmadığından aromatisasyon işlemi uygulanmaktadır. Bu işlemde kavurma, öğütme ve ekstraksiyon aşamalarında geri kazanılan aromatik uçucu bileşikler aromatisasyon işlemiyle ürüne ilave edilmektedir. Hazır kahvenin nemden korunması önemlidir, çünkü nem üründe topaklanma ve sertleşmenin yanı sıra lezzet bozulmalarına da neden olmaktadır. Bu nedenle üretimin son aşamasında kahveyi nemden koruyacak şekilde ambalajlanarak piyasaya sürülmektedir (İslamoğlu, 2010; Smith, 1989).

2.4.4. Türk kahvesi

Türk kahvesi, Türkler tarafından keşfedilen kahve hazırlama ve pişirme metodunun adı olup, Türk kahvesi için yaygın olarak Brezilya'dan ithal edilen Arabika tipi kahve kullanılmaktadır. Türk kahvesi çok ince öğütülmüş kavrulmuş kahve çekirdeklerinin bir cezvede, isteğe göre şeker de ilave edilerek kaynatılmasıyla hazırlanmaktadır. Hazırlanan kahve bir fincanda sunulmakta ve kahvenin telvesi fincanın dibine çökmektedir. İyi hazırlanmış bir Türk kahvesinde fincanın ağız kısmında kalın bir köpük katmanı oluşması istenir ve en iyi sonuç için kahvenin soğuk suyla başlayarak kısık ateşte pişirilmesi gerekmektedir. Türk kahvesi yanında su ile beraber servis edilmektedir. Su, sanıldığı gibi kahvenin üstüne değil kahveden önce içilmektedir. Kahveden önce su içilerek, ağız önceki tatlardan arındırılmakta ve kahve tadının eşsiz bir şekilde algılanması

sağlanmaktadır (Wikipedia, 2011b; Wikipedia, 2011c; Kurukahveci Mehmet Efendi, 2011b; Gürsoy, 2005).

2.5. Kahvenin Lezzet Bileşenlerinin Objektif ve Duyusal Yöntemlerle Belirlenmesi Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Çiğ kahve çekirdeği, kavrulmuş kahve çekirdeği ve çeşitli kahve içeceklerinin lezzeti konusunda yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Ancak Türk kahvesinin lezzeti konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Czerny et al. (1999) tarafından yapılan çalışmada Kolombiya menşeli orta kavrulmuş Arabika kahvesi örneğindeki potansiyel koku bileşenleri stabil izotop dilüsyon analizi yöntemi kullanılarak kantitatif olarak belirlemiştir. Belirlenen 27 adet koku bileşeni yağ/su karışımında çözülerek lezzet profili gerçek kahve örneğine çok yakın olan bir model kahve örneği hazırlanmıştır. Model kahve örneğinde kullanılan bileşenler asetaldehit, propanal, metilpropanal, 2-metilbütanal, 3-metilbütanal, 2,3-bütandion, 2,3-pentandion, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, 2-etenil-3,5-dimetilpirazin, 2,3-dietil-5-metilpirazin, 2-etenil-3-etil-5-metilpirazin, 3-isobütil-2-metoksipirazin, 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2*H*)-furanon, 2-etil-4-hidroksi-5-metil-3(2*H*)-furanon, 3-hidroksi-4,5-dimetil-2(5*H*)-furanon, 5-etil-3-hidroksi-4-metil-2(5*H*)-furanon, (*E*)- α -damasenon, guaiakol, 4-etilguaiakol, 4-vinilguaiakol, vanilin, 2-metil-3-furantiyol, dimetil trisülfid, 2-furfuriltiyol, metional, 3-merkaptio-3-metilbütillformat, 3-metil-2-büten-1-tiyol ve metantiyoldür. Hazırlanan model kahve örneği temel alınarak bir veya daha fazla koku bileşenin eksiltilmesiyle farklı modeller hazırlanmış ve bu modeller panel tarafından ikili üçlü testi ve üçgen testi kullanılarak duyusal olarak temel model kahve örneği ile kıyaslanarak kahve lezzetinde önemli olan lezzet bileşenleri saptanmıştır. Denemeler sonucunda 2-furfuriltiyol, 4-vinilguaiakol, bazı alkil pirazinler, furanonlar, asetaldehit, propanal, metilpropanal ile 2- ve 3-metilbütanal kahve lezzetine en çok etki eden bileşenler olarak saptanmıştır.

Mayer et al. (2000) tarafından yapılan çalışmada Kolombiya menşeli orta kavrulmuş, öğütülmüş Arabika kahve ve bu kahveden kaynar su ile hazırlanan ekstraktta bulunan koku bileşenleri statik tepe boşluğu analizi/kütle spektrometrisi ve çok boyutlu gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS) ile kantitatif olarak belirlenmiş ve koku bileşenlerinden 24 tanesi kullanılarak lezzet profili gerçek kahve örneğine çok yakın olan bir model kahve örneği hazırlanmıştır.

Model kahve örneğinde kullanılan bileşenler asetaldehit, metilpropanal, 2-metilbütanal, 3-metilbütanal, 2,3-bütandion, 2,3-pentandion, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, 2-etenil-3,5-dimetilpirazin, 2,3-dietil-5-metilpirazin, 3-isobütil-2-metoksipirazin, 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2*H*)-furanon, 2-etil-4-hidroksi-5-metil-3(2*H*)-furanon, 3-hidroksi-4,5-dimetil-2(5*H*)-furanon, (*E*)- α -damasenon, guaiakol, 4-etilguaiakol, 4-vinilguaiakol, vanilin, 2-metil-3-furantiyol, 2-furfuriltiyol, metional, 3-merkapt-3-metilbütülfomat, 3-metil-2-büten-1-tiyol ve metantiyoldür. Hazırlanan model kahve örneği temel alınarak bir veya daha fazla koku bileşenin eksiltilmesiyle farklı modeller hazırlanmış ve bu modeller panel tarafından üçgen testi kullanılarak duyusal olarak temel model kahve örneği ile kıyaslanarak kahve lezzetinde önemli olan lezzet bileşenleri saptanmıştır. Denemeler sonucunda bazı alkil pirazinler, furanonlar, fenoller, 2-furfuriltiyol, metional, 3-merkapt-3-metilbütülfomat kahve lezzetine en çok etki eden bileşenler olarak belirlenmiştir.

Sarrazin et al. (2000) çiğ ve kavrulmuş (hafif ve orta kavrulmuş) Arabika kahve çekirdeğinden aroma ekstraksiyonu için su ile vakum buhar ekstraksiyonu, metilenklorür ile vakum buhar ekstraksiyonu, eş zamanlı destilasyon-ekstraksiyonu, pres yağ aroma ekstraksiyonu ve süperkritik sıvı ekstraksiyonu olmak üzere beş farklı yöntem denemiştir. Çalışmada toplam 19 panelist ekstraktları duyusal olarak değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmede ekstraktların kokusu referansla karşılaştırılarak 100 mm'lik yapılandırılmamış skala üzerinde farklılık açısından değerlendirilmiş ayrıca panelistler her bir ekstrakt ile ilgili algıladıkları aroma karakteristiğini ifade eden terimleri belirtmiştir. Çalışma sonucunda referansa en çok benzeyen, kahve lezzetini en iyi temsil eden ekstraktın su ile vakum buhar ekstraksiyonu yöntemi ile elde edildiği saptanmıştır. Panelistler bu yöntemle hazırlanan çiğ kahve ekstraktında yeşil, tahıl, yağlı, yakıcı, sebze, toprağımsı/küfümsü, çiçeğımsi, patates ve meyve karakterlerini; hafif kavrulmuş kahveden hazırlanan ekstraktta yeşil, yerfıstığı, kavrulmuş, toprağımsı/küfümsü, tost ekmek, karamel, çiçeğımsi, dumansı karakterlerini; orta kavrulmuş kahveden elde edilen ekstraktta ise kavrulmuş, toprağımsı/küfümsü, yağlı, karamel, yakıcı, dumansı, kükürtümsü, fenolik ve tost ekmek karakterlerini algılamışlardır.

Sanz et al. (2001), kavrulmuş öğütülmüş toz Arabika kahvesinde yaptıkları çalışmada uçucu bileşiklerin GC/MS ile analizinde tepe boşluğu (HS) tekniği ile ekstraksiyonu için en uygun denge sıcaklık ve süresini belirlemeyi amaçlamıştır. Ekstraksiyon için 60, 80 ve 90°C olmak üzere üç sıcaklık ve örneklerin dengeye gelmesi için 30, 45, 60, 80, 100, 120 ve 150 dakika olmak üzere yedi farklı süre denenmiştir. 90 °C’de gerçekleştirilen ekstraksiyonlarda diğer sıcaklıklara göre daha fazla miktarda uçucu bileşik ekstrakte edilmiş, ancak her üç sıcaklıkta da benzer uçucu bileşik profili gözlenmiştir. En uygun dengeye gelme süresinin ise araştırılan kimyasal gruba veya bileşiğe göre seçilmesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada HP 7694 model statik tepe boşluğu örnekleyicisi ile entegre HP 6890 GC/HP 5973 MS cihazı kullanılmıştır. 2 g kavrulmuş öğütülmüş kahve içeren 10 ml vial taşıyıcı gaz olan He ile basınç uygulanmış ve 3 ml kahve tepe boşluğu, HP-Wax (60 m x 0.25 mm x 0.25 µm film kalınlığı) kapiler kolona enjekte edilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 180 °C, fırın sıcaklık programı 40 °C (6 dk) // 3°C/dk // 190 °C , taşıyıcı gaz olarak 10 ml/dk He gazı seçilmiştir. Uçucu bileşenler, tutulma zamanları ve Kovats indekslerinin referans maddelerle ve literatürle karşılaştırılmasıyla ve Wiley kütüphanesi kullanılarak tanımlanmıştır. Çalışma sonunda 26 furan, 20 keton, 20 pirazin, 9 alkol, 9 aldehit, 8 ester, 6 pirol, 6 tiyofen, 4 kükürtlü bileşik, 3 benzenli bileşik, 2 fenolik bileşik, 2 piridin, 2 tiazol, 1 oksazol, 1 lakton, 1 alkan, 1 alken ve 1 asit olmak üzere toplam 122 adet uçucu bileşik tanımlanmış olup söz konusu uçucu bileşikler Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Arabika kahvesinde saptanan uçucu bileşikler (Sanz et al. , 2001)

Aldehitler:	2-asetil-1-metilpirol	furfuril alkol
asetaldehit	N-furfurilpirol	5-metil-2-furfurilfuran
propanal	Pirazinler:	Tiyazoller:
2-metilpropanal	pirazin	2-metiltiyazol
bütanal	2-metilpirazin	1,3-tiyazol
2-metilbütanal	2,5-dimetilpirazin	Tiyofenler
3-metilbütanal	2,6-dimetilpirazin	tiyofen
2-bütenal	2-etilpirazin	2-metiltiyofen
Hegzanal	2,3-dimetilpirazin	3-metiltiyofen
2-metil-2-bütenal	2-etil-6-metilpirazin	2-etiltiyofen
Ketonlar:	2-etil-5-metilpirazin	2-metiltetrahidrotiyofen-3-on
2-propanon	2-etil-3-metilpirazin	2-tiyofenkarboksaldehit
2-bütanon	2,3,5-trimetilpirazin	Esterler
2,3-bütandion	N-propilpirazin	asetik asit, metil ester
3-hegzanon	2,6-dietilpirazin	asetik asit, etil ester
2,3-pentandion	2-vinilpirazin	propionik asit, metil ester
3-penten-2-on	3-etil-2,5-dimetilpirazin	isovalerik asit, metilester
3,4-hegzandion	2,3-dimetil-5-etilpirazin	metil tiyol asetat
3-hidroksi-2-bütanon	2-metil-6-vinilpirazin	laktik asit, metil ester
1-hidroksi-2-propanon	2-asetilpirazin	glikolik asit, metil ester
2-hidroksi-3-pentanon	5-metil-6,7-dihidro-(5H)-siklopentapirazin	Oksazoller:
2-siklopenten-1-on	Furanlar:	trimetiloksazol
2-metil-2-siklopenten-1-on	furan	Laktonlar:
1-hidroksi-2-bütanon	3-metilfuran	γ -bütirolakton
1-asetiloksi-2-propanon	2-metilfuran	Kükürtlü bileşikler:
1-(2-furil)-2-propanon	2,5-dimetilfuran	metantiyol
3,3-dimetil-2-bütanon	2-etilfuran	karbon disülfid
1-asetloksi-2-bütanon	2,3,5-trimetilfuran	dimetil sülfid
3-metil-2-siklopenten-1-on	2-vinil-5-metilfuran	dimetil disülfid
2,3-dimetilsiklopent-2-en-1-on	2-(2-propenil)-furan	Piridinler:
1-(5-metil-2-pirazinil)-1-etanon	2-propenilfuran	piridin
Alkoller:	2-pentilfuran	2-metilpiridin
etanol	2-(metoksimetil)furan	Alkanlar:
2-bütanol	2-metiltetrahidrofuran-3-on	2,2,4,6,6-pentametilheptan
2-metil-1-propanol	trans-2-metil-5n-propenilfuran	Alkenler:
2-propenol	5-metil-3-tetrahidrofuran-2-on	1,3-pentadien
2-pentanol	2-furankarboksaldehit	Fenolik bileşikler:
3-metilbütan-1-ol	2-furfuril metilsulfit	fenol
3-metil-3-büten-1-ol	2-asetilfuran	2-metoksifenol
2-heptanol	furfuril format	Benzenik bileşikler:
3-metil-3-büten-1-ol	furfuril asetat	toluen
Piroller	5-metilfurfural	etenilbenzen
1-metilpirol	furfuril propionat	p-metilanisol
1-etil-1H-pirol	2,2-bis(furan)	Asitler
1H-pirol	2-furfurilfuran	asetik asit
2-formil-1-metilpirol	2-asetil-5-metilfuran	

Maeztu et al. (2001), Kolombiya menşeli % 100 Arabika kahvesi, % 80 Robusta ile % 20 Arabika kahvesi karışımı ve % 50 Robusta ile % 50 şekerle kavrulmuş (Torefakto kavrulmuş) Robusta kahve karışımı kullanarak hazırlanan üç farklı espresso kahve örneğinin aromasını statik HS/GC/MS ve lezzet profili analizi (LPA) tekniğini kullanarak araştırmıştır. Çalışmada HP 7694 model statik tepe boşluğu örnekleyicisi ile entegre HP 6890 GC/HP 5973 MS cihazı kullanılmıştır. 6 ml espresso kahve 10 ml'lik vialerle aktararak tepe boşluğu örnekleyicisinde 60 °C'de 20 dk süreyle dengeye gelmesi sağlanmış ve ardından taşıyıcı gazla basınç uygulanarak 3ml kahve tepe boşluğu HP-Wax (60 m x 0.25 mm x 0.5 µm film kalınlığı) kolona enjekte edilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 180°C, fırın sıcaklık programı 40 °C (6 dk)//3 °C/dk//190 °C, taşıyıcı gaz olarak 10 ml/dk He gazı seçilmiştir. Uçucu bileşenler tutulma zamanlarının ve Kovats indekslerinin referans maddelerle ve literatürle karşılaştırılmasıyla ve Wiley kütüphanesi kullanılarak tanımlanmıştır. Lezzet profili analizi ise 8 eğitilmiş panelistle gerçekleştirilmiştir. Eğitim panelleri sırasında espresso kahve için olumlu ve olumsuz lezzet tanımlayıcı terimler geliştirilmiştir. Espresso kahve panelistlere taze olarak, beyaz fincanlarda sunulmuş ve her bir panelist bireysel olarak ayrılmış kabinlerde kendilerine sunulan kahve örneklerini önceden geliştirilmiş olan lezzet terimlerini algılayıp algılamadıkları bakımından değerlendirmiştir. Duyusal değerlendirmede kullanılan olumlu terimler meyvemsi/şarabımsı, malt benzeri, taze, tereyağımsı, baharatımsı, karamelimsi ve çikolatamsı; olumsuz terimler ise odunumsu/kağıdımsı, kavrulmuş/yanık, yakıcı, fermente, toprağımsı, acımsı, lastiğımsi yanık, kükürtümsüdür. Varyans analizi ile 13 ana aroma bileşiği (metantiyol, asetaldehit, propanal, 2-metilpropanal, 2-metilbütanal, 3-metilbütanal, hegzanal, 2,3-bütandion, 2,3-pentandion, 2-etilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, guaiakol) ile duyusal lezzet özellikleri arasında korelasyon incelenmiş ve bazı aldehytler ile meyvemsi lezzetler, dionlarla tereyağımsı lezzetler ve pirazinlerle toprağımsı, kavrulmuş/yanık ve odunsu/kağıdımsı lezzetler arasında korelasyon belirlenmiştir.

Bicchi et al. (2002) Kosta Rika ve Guatemala menşeli kavrulmuş Arabika kahvesine kaynar su ilave edilerek 20 sn. süreyle karıştırılarak kaynatılması ardından 9 dakika soğumaya bırakılarak süzülmesiyle hazırlanan kahvenin uçucu bileşiklerini statik tepe boşluğu (S-HS), tepe boşluğu sorptiv ekstraksiyon

(HSSE), stir bar sorptiv ekstraksiyon (SBSE) ve katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) tekniklerini kullanarak GC/MS ile belirlemiştir. Çalışmada ekstraksiyon için Polidimetilsiloksan (PDMS), Karbovaks/Divinilbenzen (CW/DVB), Karboksen/Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS), Poliakrilat (PA), Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen (PDMS/DVB), ve Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) fiberler denenmiştir. Denemelerde hazırlanan kahve örneğinden 3 ml alınarak 12.5 ml'lik vialerle aktarılan örnek hermetik olarak kapatılmış ve 50 °C'de 30 dakika su banyosunda dengeye gelmesi sağlanmıştır. Uçucu bileşiklerin kapiler GC-FID analizi Carlo Erba HS-250 otomatik tepeboşluğu enjeksiyon sistemi ile entegre Carlo Erba Mega 5360 GC ve FSOT polietilenglikol kolon (30 m x 0.25 mm x 0.5 µm) (CP-Wax 52CB) kullanılarak; GC/MS analizi ise Agilent 6890 GC/5973N MS cihazında aynı kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kahve örneğindeki uçucu bileşenlerin izolasyonu için en uygun yöntemin belirlenmesinde kahveyi karakterize eden farklı yapı, uçuculuk ve polariteye sahip 16 kahve bileşeninin (2,3-pentandion, pirazin, 2-metilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, 3-etil-2,5-dimetilpirazin, 2-furankarboksaldehit, 2-oksopropil asetat, 5-furfurilmetilsülfid, 2-asetilfuran, 2-furanmetanolasetat, 5-metilfurfural, N-metilpirol-2-aldehit, 2-furanmetanol, kahveofuran, pirol-1-furfurilmetil izomer, 2-asetilpirol) GC/MS analizi ile elde edilen kromatogramlardaki alanları değerlendirilmiştir. Çalışmada en iyi sonuçların HSSE ve SBSE teknikleriyle elde edildiği, SPME tekniğinde denenilen fiberlerden ise CAR/PDMS ve DVB/CAR/PDMS fiberler ile en iyi sonuç alındığı saptanmıştır.

Sanz et al. (2002) farklı oranlarda Arabika ve Robusta kahve çekirdeği içeren kahve karışımlarını normal ve şekerle (Torrefacto) olmak üzere iki farklı yöntemle kavurarak, partikül büyüklükleri ≤ 0.75 mm olacak şekilde öğüttükten sonra kahve örneklerinin uçucu lezzet bileşiklerinin izolasyonu ve tanımlanmasında statik tepeboşluğu/gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (SH/GC/MS) yöntemini kullanılmışlardır. Çalışmada HP 7694 model statik tepe boşluğu örnekleyicisi ile entegre HP 6890 GC/HP 5973 MS cihazı kullanılmıştır. 2 g kavrulmuş öğütülmüş kahve içeren 10 ml vialer taşıyıcı gaz olan He ile basınç uygulanmış ve 3ml kahve tepe boşluğu HP-Wax (60 m x 0.25 mm x 0.25 µm film kalınlığı) kapiler kolona enjekte edilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 180 °C, fırın

sıcaklık programı 40 °C (6 dk)// 3 °C/dk// 190 °C, taşıyıcı gaz olarak 10 ml/dk He gazı seçilmiştir. Uçucu bileşenler tutulma zamanlarının ve Kovats indekslerinin referans maddelerle ve literatürle karşılaştırılmasıyla ve Wiley kütüphanesi kullanılarak tanımlanmıştır. Duyusal değerlendirmede ise eğitilmiş panelistler malt benzeri, kavrulmuş, tereyağımsı, meyvensi, karamelimsi, fındığımsı, yanık ve toprağımsı olmak üzere 8 lezzet karakterinin örneklerde algılanıp algılanılmadığını değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda 39'u yeni olmak üzere toplam 146 uçucu bileşik saptanmıştır. Şekerle kavrulmuş kahve örneklerinde pirazinlerin, piridinlerin ve furanların normal kavrulmuş kahveye göre daha fazla miktarda oluştuğu ve bu bileşiklerle ilişkili olan kavrulmuş, yanık ve karamelimsi karakterlerin şekerle ve normal kavrulmuş kahve arasındaki farkın belirlenmesi açısından yararlı terimler olduğu belirtilmiştir.

Schenker et al. (2002) Kolombiya bölgesinden *Coffea arabica* türü çiğ çekirdek kahveyi laboratuvar tipi akışkan yataklı sıcak hava kavurma makinasında (a) 260 °C/ 160 sn izotermal yüksek sıcaklık kısa süre (HTST); (b) 220 °C/ 600 sn izotermal düşük sıcaklık uzun süre (LTLT); (c) 240 °C/ 150 sn//220 °C/ 210 sn yüksek sıcaklık ve son aşamada sıcaklığın düşürerek (HL); (d) 270 sn'de 150 °C'den 240 °C'ye sürekli sıcaklık artışı ve 240 °C/ 55 sn (LHC); (e) 150 °C'de 180 sn ön ısıtma 270 sn'de 150 °C'den 240 °C'ye sürekli sıcaklık artışı ve 240 °C/ 50sn (PLHC); (f) 150 °C'de 180 sn ön ısıtma 240 °C/ 140 sn// 220 °C/ 210 sn (PHL) olmak üzere 6 farklı sıcaklık programıyla kavurarak kavurmanın kahvenin lezzet bileşenleri üzerine etkisini incelemiştir. Kavrulmuş kahveleri öğüttükten sonra simultane destilasyon ekstraksiyonu ve vakum destilasyon yöntemlerini kullanarak uçucu bileşikleri izole ederek GC/FID, GC/MS ve olfaktometri yöntemleri ile analiz edilmiştir. Kavurmada farklı sıcaklık ve süre uygulamalarının kahvenin lezzet profilini önemli düzeyde etkilediği ve istenilen lezzet profiline ulaşmak için kavurma sıcaklık ve süresinin kontrolünün önemli olduğu belirtilmiştir.

Rocha et al. (2003), tarafından yapılan çalışmada farklı yöntemle kavrulmuş Robusta ve Arabika kahvelerinin farklı oranlarda karışımlarından hazırlanan espresso ve plunger kahvelerinin uçucu bileşen profili SPME tekniği ve GC/MS kullanılarak incelenmiştir. SPME için PA ve PDMS fiberler farklı denge ve ekstraksiyon sıcaklıkları ve sürelerinde denenmiştir. GC/MS analizi için ise

HP5890 GC/MS cihazı, HP-Wax (60 m x 0.25 mm x 0.50 μ m) kolon, ve 40 °C (6dk)/ 3 °C/dk/ 190 °C (10 dk) fırın sıcaklık programı kullanılmıştır. En iyi sonuçlar 60 °C'de 30 dk ve 30 °C'de 30 dk denge koşullarında PDMS fiber ile elde edilmiştir. Çalışmada bütanal, 2-metilbütanal, pentanal, 2-metilpentanal, propanon, 2,3-pentandion, 2-metilfuran, dihidro-2-metil-3(2H)-furanon, 2-furfurilmetilsülfit, 2-asetilfuran, furfurilasetat, 5-metilfurfural, 2-furfurilfuran, furfurilalkol, 5-metil-2-furfurilfuran, N-furfurilpirol, 2-furfurilvinilakrilat pirazin, 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, 2-etilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-5-metilpirazin, trimetilpirazin, 3-etil-2,5-dimetilpirazin, 2-metoksi-3-isopropilpirazin, piridin, 2,5-dietilpiridin, metoksibenzen, 4-etil-2-metoksifenol, 4-vinil-2-metoksifenil, 1H-indol, 2-metil-1H-indol, γ -bütirolakton, 3,4-dihidro-2H-benzotiazin, izopropilmiristat ve 2 adet tanımlanamayan bileşen olmak üzere toplam 37 uçucu bileşik saptanmış ve uçucu bileşen profilinin kahvenin botanik çeşidinden etkilendiği saptanmıştır. Ayrıca çalışmada GC'den elde edilen pik alanları ve ilgili alıkonma sürelerini temel bileşen analizi (PCA) ile kombine edilerek değerlendirmesi sonucunda ayırt edici bilgilere ulaşılabildiği ve SPME/GC/PCA kombine tekniğinin GC/MS esaslı tekniklere bir alternatif olabileceği belirtilmiştir. Espresso ve plunger kahve arasındaki farkı belirlemek için gerçekleştirilen PCA analizinde piridinin plunger kahve, 2-metilfuranın ise espresso kahve için karakteristik bileşik olduğu saptanmıştır.

Akiyama et al. (2003) dinamik SPME ve GC/MS ile GC/Olfaktometri kullanarak orta kavrulmuş Arabika kahve çekirdeğinin öğütülmesi sırasında açığa çıkan uçucu bileşikleri belirleyerek dinamik SPME yöntemini solvent ekstraktı ve statik SPME izolasyon yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda 47 bileşik saptanmıştır ve genel uçucu bileşen profilinin solvent ekstraktı ile izolasyon uygulanan yöntemle benzer olduğu yalnızca 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon ve 4-etenil-2-metoksifenol gibi yüksek uçuculuğa sahip bileşiklerde farklılık olduğu gözlenmiştir. GC/MS ve GC/O ile saptanan uçucu bileşikler karşılaştırıldığında kavrulmuş kahve çekirdeklerinin öğütülmesi sırasında ortaya çıkan uçucu bileşiklerin fındığımsı ve dumansı-kavrulmuş karakterlerince zengin olduğu belirlenmiştir.

Zambonin et al. (2005) farklı bölgelerden Robusta ve Arabika kahvelerinin lezzet karakterlerini saptamak amacıyla kavrulmuş, öğütülmüş kahve örneklerinin

uçucu bileşenlerini HS/SPME/GC/MS yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada 1 g öğütülmüş kahve vialerine aktararak 60 °C'de 2 saat süreyle dengelendikten sonra tepe boşluğuna 5 dk süreyle 100 µm PDMS fiber daldırılarak uçucu bileşenler izole edilmiş ve GC/MS ile kombine PCA yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda bu yöntemin rutin kahve karakterizasyonuna uygun olduğu belirtilmiştir.

Lopez-Galilea et al. (2006) kavrulmuş Arabika ve Robusta kahve çekirdeği karışımı ile şekerle kavurma yöntemi olan torefakto kavurma yöntemiyle kavrulmuş Robusta kahve çekirdeklerinden hazırlanan espresso ve filtre kahvelerin uçucu lezzet bileşiklerini HS/SPME tekniğini kullanarak izole etmiştir. İzolasyon için DVB/CAR/PDMS fiber kullanılmıştır. Elde edilen bileşikler GC/MS ve gaz kromatografisi/olfaktometri (GC/O) ile tanımlanmıştır. GC/MS analizinde HP6890/HP5973 model GC/MS aygıtı, DB-Wax (30 m x 0.32 mm x 0.50 µm) kolon ve 40 °C/ 5 °C/dk/ 240 °C (10 dk) fırın sıcaklık programı kullanılmıştır. Kahve örneklerinin uçucu lezzet bileşiklerine göre ayrılmasında temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda toplam 47 adet uçucu bileşen saptanırken, oktanol ilk defa kahve lezzet bileşiği olarak tanımlanmıştır. Tore fakto kavrulmuş kahve örneklerinde pirazin, piridin ve pirollerin daha yüksek miktarlarda bulunduğu saptanmıştır. Tore fakto kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan filtre ve espresso kahveler karşılaştırıldığında ise filtre kahvede yağlı ve meyvemsi karaktere sahip olan ketonların daha yüksek miktarda, espresso kahvede ise çikolatamsı karaktere sahip aldehitlerin daha yüksek miktarda bulunduğu gözlenmiştir.

Gonzalez-Rios et al. (2007), Arabika türü kahvelerin hasat sonrası yaş yöntem ve yeni bir ekolojik yöntemle işlenmesinin yeşil kahve çekirdeğinin uçucu fraksiyonuna etkisini HS/SPME/GC/MS ve HS/SPME/GC/O yöntemleriyle değerlendirmiştir. Kahve meyvesinin işlenmesi sırasında kahve meyvesinin pulpunun uzaklaştırılması için disk palper/sulu fermentasyon, disk palper/kuru fermentasyon, dikey tamburlu palper/kuru fermentasyon, dikey tamburlu palper/me kanik uzaklaştırma olmak üzere dört farklı yöntem kullanılmıştır. Elde edilen yeşil kahve çekirdekleri öğütülerek CAR/PDMS fiber kullanılarak SPME yöntemiyle uçucu bileşenleri izole edilmiştir. Çalışma sonucunda sulu fermentasyon kullanılan yöntemle elde edilen yeşil kahve çekirdeklerinin daha iyi

lezzet kalitesine sahip hoş ve meyvemsi aromatik bileşiklerle karakterize edildiği saptanmıştır.

Andueza et al. (2002; 2003a; 2007), tarafından yapılan çalışmalarda, kahve hazırlama aşamasında sırasıyla, su basıncının, ekstraksiyon sıcaklığının ve kahve/su oranının, Arabika ve Robusta karışımı kahve çekirdeklerinin normal ve şekerle kavurma yöntemi olan torefakto kavurma yöntemleri kullanarak kavrulmasıyla ve öğütülmesiyle hazırlanan espresso kahvelerinin lezzet bileşenlerine etkisi incelenmiştir. Her üç çalışmada uçucu lezzet bileşiklerinin belirlenmesinde izolasyon yöntemi olarak tepe boşluğu (HS) tekniği kullanılırken, gaz kromatografisi/kütle spektrometresi ile tanımlama yapılmıştır. Bu kapsamda 6ml espresso kahve 10 ml'lik vialle aktarılacak vialin ağzı kapatılmıştır. Vialler normal espresso tüketim sıcaklığı olan 60 °C'de 20 dk süreyle statik tepe boşluğu örnekleyicisinde dengeye getirilmiştir. 3ml kahve tepe boşluğu HP-Wax (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm film kalınlığı) kapiler kolona enjekte edilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 180 °C, fırın sıcaklık programı 40 °C/ 6 dk// 3 °C/dk//190 °C, taşıyıcı gaz olarak 10 ml/dk He gazı seçilmiştir. Uçucu bileşenler tutulma zamanları ve Kovats indekslerinin referans maddelerle ve literatürle karşılaştırılmasıyla ve Wiley kütüphanesi kullanılarak tanımlanmıştır. Duyusal analizlerde ise 10 panelist örneklerde koku, gövde, asitlik, acılık, yakıcılık, lezzet ve tat sonrası izlenimi 11 puanlık bir skalada (0- yok; 10- çok yüksek) değerlendirmiştir. Ayrıca aynı değerlendirme formunda önceden saptanmış olan olumlu (meyvemsi/şarabımsı, maltımsı, taze, samanımsı, karamelimsi, dengeli, çikolatamsı, baharatımsı, fındığımsı, tütünömsü ve tereyağımsı) ve olumsuz (odunömsü/kağıdımsı, kavrulmuş/yanık, yakıcı, fermente, toprağımsı, acılaşımsı, yanık lastiğımsi, kükürtömsü, yavan, yeşil, hayvan benzeri, motor yağı benzeri ve külömsü) lezzet terimleri iki ayrı kolon halinde yazılmış ve bu lezzet karakterlerinin örneklerde algılanıp algılanmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmalar sonucunda farklı kahve karışımları için espresso kahve hazırlamada kullanıma en uygun su basıncı, ekstraksiyon sıcaklığı ve kahve/su oranları ortaya konmuştur. Yine Andueza et al. (2003b) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise Arabika ve Robusta kahve çekirdeklerinden hazırlanan espresso kahve örneklerinde öğütme derecesinin ve torefakto kavurma yönteminin lezzet üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla kimyasal analizler gerçekleştirilmiş ve uçucu bileşikler HS/GC/MS yöntemi ile

belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme de ise LPA tekniği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda espresso kahve için en uygun kahve karışım oranları, kavurma yöntemi ve öğütme derecesi belirlenmiştir.

Akiyama et al. (2007), tarafından yapılan çalışmada taze hazırlanmış filtre kahvenin tepe boşluğu uçucu bileşenleri GC/MS ve GC/O, Charm Analizi ile incelenmiştir. Filtre kahve orta kavrulmuş, öğütülmüş Etiyopya menşeli *Coffea arabica* kahve çekirdeklerinden Melitta marka elektronik kahve makinesi ile hazırlanmıştır. Uçucu bileşenlerin izolasyonu için SPME yöntemi kullanılmış, fiber seçiminde 6 farklı fiber denenmiş ve fiberlerin adsorpsiyon yeteneği, farklı bileşen gruplarına duyarlılığı ve kromatogramların buhar destilasyonu ile elde edilen referans kahve ekstraktına ait kromatograma benzerliği değerlendirilerek DVB/CAR/PDMS fiberin en uygun fiber olduğu belirlenmiştir. Fiber taze hazırlanmış filtre kahvenin tepe boşluğuna daldırılarak 2 dk süreyle uçucu bileşenlerin sorpsiyonu sağlanmıştır. Süre sonunda fiber HP 5973 model GC/MS cihazına enjekte edilerek 250 °C'de 10 dk süreyle desorbe edilmiştir. GC/MS cihazında analiz DB-Wax (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kolon kullanılarak, 0 °C (2 dk) // 3 °C/dk // 220 °C (20 dk) fırın sıcaklık programı ve 1.6 ml/dk He gazı taşıyıcı olarak kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GC/O analizleri ise HP6890 model modifiye GC cihazında DB-Wax (15 m × 0.32 mm × 0.25 µm) kolonda, 40 °C // 6 °C/dk // 230 °C // 230 °C (20 dk) fırın sıcaklık programı ve taşıyıcı gaz olarak 3.2ml/dk He gazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 3-metilbütirik asit (asidik), 2,3-bütandion (yağlı), 2-etil-3,5-dimetilpirazin (fındığımsı-kavrulmuş), 2-metoksifenol (fenolik), 3-metil-2-büten-1-tiyol (is-kavrulmuş), 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2*H*)-furanon (tatlı-karamel), 3-hidroksi-4,5-dimetil-2(5*H*)-furanon (tatlı-karamel), ve (*E*)-beta-damascenon (tatlı-meyvemsi) yüksek charm değerleri vermiştir ve Etiyopya Arabika kahvesinden yapılan taze filtre kahvenin lezzetinde önemli bileşenler oldukları saptanmıştır. Ayrıca 1-(3,4-dihidro-2*H*-pirol-2-yl)-etanon (fındığımsı-kavrulmuş) ve 4-(4 -hidroksifenil)-2-bütanon (böğürtlen keton, tatlı-meyvemsi) kahve lezzet bileşeni olarak ilk defa bu çalışmayla saptanmıştır.

Akiyama et al. (2008) Etiyopya, Tanzanya ve Guatemala ülkelerinden gelen Arabika kahveleri ve bu kahve çekirdeklerinin aydınlık değerleri (L) 26, 23 ve 18 olacak şekilde üç farklı derecede kavrulması ile elde edilen kahve örneklerinden taze hazırlanmış filtre kahvede oluşan uçucu bileşenleri SPME/GC/MS ve GC/O

analizi ile incelemiştir. Uçucu maddelerin izolasyonu için DVB/CAR/PDMS fiber kullanılmıştır. Fiber taze hazırlanmış filtre kahvenin tepe boşluğuna daldırılarak 2 dk süreyle uçucu bileşenlerin sorpsiyonu sağlanmıştır. Süre sonunda fiber HP 5973 model GC/MS cihazına enjekte edilerek 250 °C’de 10 dk süreyle desorbe edilmiştir. GC/MS cihazında analiz DB-WAX (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kolon kullanılarak, 50 °C (2 dk)// 3 °C/dk // 220 °C // 220 °C (20 dk) fırın sıcaklık programı ve 1.6 ml/dk He gazı taşıyıcı olarak kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GC/O analizleri ise HP6890 model modifiye GC cihazında DB-Wax (15 m × 0.32 mm × 0.25 µm) kolonda, 40 °C // 6 °C/dk // 230 °C // 230 °C (20 dk) fırın sıcaklık programı ve taşıyıcı gaz olarak 3.2 ml/dk He gazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SPME/GC/MS analizleri sonucunda örneklerde 80 adet uçucu bileşen saptanmıştır (Çizelge 2.3). PCA analizi sonucunda Etiyopya kahvesinin Tanzania ve Guatemala kahvelerinden önemli derecede farklı olduğu ve tatlı-meyvemsi aromaya sahip bir keton olan 4-(4’-hidroksifenil)-2-bütanonun taze hazırlanmış Etiyopya kahvesinin aroma profilini karakterize ettiği saptanmıştır. Söz konusu bileşen kantitatif olarak incelendiğinde bileşenin miktarının eşik değerinin çok az üstünde olmakla birlikte en fazla hafif kavrulmuş (L:26) Etiyopya kahvesinde mevcut olduğu saptanmıştır.

Agresti et al. (2008) sağlam ve kusurlu Brezilya kahve çekirdeklerinin uçucu bileşenlerinin değerlendirilmesi yoluyla ayırt edilebilirliği konusunda bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında belli oranda kusurlu ve kusursuz kahve çekirdeği karıştırılmış ve konvektif fırında hafif, orta ve koyu olacak şekilde kavrulmuştur. Analiz öncesinde öğütülen kahve örneğinden 3 ml 5 ml’lik vialerle aktarılacak şekilde ağız kapatılmış ve 70 °C’ de 10 dk fibersiz, 40 dk ise tepe boşluğuna DVB/CAR/PDMS fiber daldırılarak uçucu bileşikler izole edilmiştir. İzole edilen bileşikler Trace Ultra GC/PolarisQ MS cihazında RTX-5MS kolona enjekte edilmiştir. Uçucu bileşikler NIST/EPA/NIH kütüphaneleri taranarak tanımlanmış ayrıca PCA analizi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda benzen asetik asit, metil ester, 2-isoamil-6-metilpirazin, 1H-pirol, 4-metiltiyazol ve 1,5-dimetil-2-pirolkarbonitril kusurlu ve kusursuz kahve çekirdekleri için ayırt edici olabilecek bileşikler olarak belirlenmiştir ve PCA analizi ile kusurlu ve kusursuz kahvelerin ayırtedilebileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 2.3. Taze hazırlanmış filtre kahvede SPME/GC/MS ile saptanan uçucu bileşenler
(Akiyama et.al., 2008)

2- ve 3-metilbütanal	etanol	2,3-bütandion	2,3-pentandion
1-metil-1H-pirol	piridin	limonen	pirazin
tanımlanamayan	3-metil-3-büten-1-ol	dihidro-2-metil-3(2H)-furanon	2-metilpirazin
3-hidroksi-2-bütanon	1-hidroksi-2-propanon	2,5-Dimetilpirazin	2,6-dimetilpirazin
2-etilpirazin	3-hidroksi-3-metil-2-bütanon	2,3-dimetilpirazin	1-hegzanol
2-metil-2-siklopenten-1-on	1-hidroksi-2-bütanon	3-etilpiridin	2-etil-6-metilpirazin
2-etil-5-metilpirazin	E-linalool oksit (furanoid)	3-etil-2,5-dimetilpirazin	asetik asit
2-furankarboksaldehit	2-etil-3,5-dimetilpirazin	Z -linalool oksit (furanoid)	2-((metiltiyo)metil)furan
furfuril format	1-(2-furanil)-etanon	1H-Pirol	1-(2-furanil)-2-propanon
1-(asetiloksi)-2-bütanon	dihidro-2-metil-3(2H)-tiyofenon	furfuril asetat	2,3-dimetil-2-siklopenten-1-on
linalool	5-metil-2-furankarboksaldehit	tanımlanamayan	furfuril propanoat
1-(2-furanil)-2-bütanon	1-(2-piridinil)-etanon	2,2_-metilenebisfuran	tanımlanamayan
1-(5-metil-2-furanil)-etanon	1-metil-1H-pirol-2-karboksaldehit	3,5-dimetil-2(5H)-furanon	2-furanmetanol
3-merkapt-3-metil-1-bütanol	3-metilbütirik asit	2-hidroksi-3-metil-2-sikloheksen-1-on	2-tiyofenkarboksaldehit
1-(5-ve 6-metilpirazinil)-etanon	alfa-terpineol	1-(1H-pirol-1-yl)-2-	2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3-c]furan
tanımlanamayan	1-(1H-pirol-1-yl)-2-bütanon	3-metil-2-bütanoik asit	1-(2-furanilmetil)-1H-pirol
2-hidroksi-3-metil-2-siklopenten-1-on	geraniol	2-metoksifenol	1-(5-metil-2-furanil)-1,2-propandion
1-[(5-metil-2-furanil)metil]-1H-pirol	2-fenilbüt-2-enal	1-dodekanol	1-(1H-pirol-2-yl)-etanon
2,2_-[oksibis(metilen)]bisfuran	2-metilfenol	fenol	1H-pirol-2-karboksaldehit
4-etil-2-metoksifenol	4-etenil-2-metoksifenol	1-(2-furanilmetil)-1H-pirol-2-karboksaldehit	1H-indol

Perez-Martinez et al. (2008) raf ömrünü uzatmak suretiyle sıcak tüketilebilecek kahve içeceği hazırlanması konusunda bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada Kolombiya menşeli Arabika kahveden French pres kahve makinesinde kahve örnekleri hazırlanarak 330 ml'lik steril şişelere aseptik olarak doldurularak 4°C'de depolanmıştır. Kahve örneklerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla pH düzenleyici ajanlar (sodyum ve potasyum karbonatlar ve bikarbonatlar), pH

düzenleyici ve antioksidan (sodyum sitrat), üç antioksidan (sodyum askorbat, etilendiamintetrasetik asit (EDTA), sodyum sulfit, ve laktoserum denenmiş ve panel tarafından gerçekleştirilen tanımlayıcı duyu analizi uygulanmıştır. En iyi sonuç sodyum karbonat ve sodyum bikarbonat kullanılan örneklerde alındığından çözünür ve uçucu bileşenlerle ilgili değerlendirmeler 90 gün süreyle 4 °C’de depolanan bu örneklerde yapılmıştır. Çalışmada uçucu bileşen analizinde HS/GC/MS yöntemi kullanılmıştır. Daha önce şişelenmiş kahve örneklerinden 6ml alınarak 10 ml’lik vialle aktarılacak silikon lastik Teflon kapakla ağzı sıkıca kapatılmış, vialin 7694 model Agilent statik tepe boşluğu örnekleyicisinde 40°C’de 60 dk süreyle dengeye gelmesi sağlandıktan sonra taşıyıcı gazla basınç uygulanmış ve 3ml kahve HP 6890 model GC’deki HP-Wax (60 m × 0.25 mm × 0.5 µm) kolona enjekte edilmiştir. Fırın sıcaklık programı 40 °C (6 dk)// 3 °C/dk // 190 °C olarak seçilmiştir. MS analizi ise 5973 model Agilent Technologies cihazında gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşenler kütle spektrumları referans maddelerle karşılaştırılarak ve standart maddelerin Kovats indeksleri ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır. Duyusal tanımlayıcı analiz ise 10 eğitilmiş panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Eğitim sırasında kahve ile ilgili duyu terimleri geliştirilmiş ve daha sonra 11 puanlık skalada değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme için kahve örnekleri mikrodalga fırında 90 °C’de ısıtılıp beyaz porselen kahve fincanlarında sunularak panelistlerce öncelikle bireysel olarak değerlendirilmiş daha sonra bir arada tartışılarak yeni terim olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda sodyum karbonatın kahvenin raf ömrünü 60 güne kadar uzattığı, pH düşüşünü sınırladığı ve lezzeti koruduğu saptanmıştır.

Baggenstoss et al. (2008) farklı sıcaklık-süre koşullarında kavruan Arabika kahvelerde lezzet oluşumunu incelemişlerdir. Çalışmada ticari yatay tamburlu kavurma makinesinde ve laboratuvar ölçekli akışkan yatak kavurma sisteminde yüksek sıcaklık-kısa süre ve düşük sıcaklık-uzun süre kavurma uygulanan kahve çekirdeklerinde 16 lezzet bileşeninin (metantiyol, dimetilsülfit, dimetiltrisülfit, 3-merkapt-3-metilbütillformat, 2-furfuriltiyol, metilpropanal, 2-metilbütanal, 3-metilbütanal, heksanal, 2,3bütandion, 2,3-pentandion, N-metilpirol, piridin, 4-vinilguaiakol, 2,3,5-trimetilpirazin, 2-etil-3,5-dimetilpirazin) oluşumu ve bazı fiziksel özellikler değerlendirilmiştir. Tüm kavurma yöntemlerinde kavurma işlemi kahve çekirdekleri aynı kavurma derecesine ($L^*=21$) ulaştığında

sonlandırılmıştır. Kavrurma derecesi kavrulmuş öğütülmüş kahvede Minolta CR-310 kolorimetresi kullanılarak aydınlık değerinin (L^*) ölçümüyle belirlenmiştir. Kavru lan kahve örnekleri öğütölerek % 1 ve % 5 kuru madde olacak şekilde kaynar su ilave edilip karıştırılıp, soğutulduktan sonra 7 ml örnek 20 ml'lik viale aktarılmış ve tepe boşluğuna fiber daldırılarak 40 °C'de 10 dk süreyle uçucu bileşiklerin izolasyonu sağlanmıştır. İzolasyon için DVB/CAR/PDMS fiber kullanılmıştır. GC/MS analizleri ise Fisons 8000 serisi GC/SSQ710 FinniganMAT MS cihazı ve ZB-Wax (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kolon ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada düşük sıcaklık-uzun süre ve yüksek sıcaklık-kısa sürede kavru lan kahve örneklerinin aroma gelişiminin farklı olduğu belirlenmiştir. Aşırı kavurma yapıldığında ise hegzanal, piridin ve dimetiltrisülfid miktarında artış, diğer uçucu bileşiklerin miktarında ise azalma gözlenmiştir. Tamburlu kavurucu ve akışkan yataklı kavurucu kullanılan kavurma işlemlerinde aynı sıcaklık profilinde kavurma işlemi uygulandığında örneklerin aroma oluşumlarının benzer olduğu belirlenmiştir.

Murakami et al. (2010) tarafından yapılan çalışmada kahve ekstraktı, şeker ve UHT süt ile üretilen bir kahve içeceğinin lezzet karakteristiklerinin farklı ısı sterilizasyon işlemlerinden (plakalı sterilizatörde UHT ve otoklavda sterilizasyon) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu amaçla kahve içeceklerinin uçucu bileşenleri vakumlu buhar destilasyonu izole edilip 5ml kalacak şekilde evapore edilmiştir. Elde edilen ekstraktan 1 µl veya 0.2 µl 6890 N GC/5973 N MS cihazında bulunan DB-Wax kolona (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm) enjekte edilerek analiz edilmiştir. Ayrıca HP5890 GC ve DB-Wax (30 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kolon kullanılarak olfaktometri analizi, αFOX 4000 serisi elektronik burun ile analizler yapılmıştır. Duyusal değerlendirmede ise 29 panelist sterilize edilen örnekleri sterilize edilmemiş referans örnekle karşılaştırarak kahve aroması, kahve lezzeti, süt lezzeti, tatlılık, acılık, ekşilik ve gövde özellikleri bakımından farklılıklarını 7 dereceli bir skalede değerlendirmiştir. Çalışmada 2-furanmetanoltiyol, 3-(metiltio)propanal, 3-merkaptio-3-metil bütıl format, 2-((metiltio)metil)furan, 3-merkaptio-3metil-1-bütanol, 3-metilbütirikasit, 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon, 4-metilfenol ve 3 tanımlanamayan bileşiğin sterilizasyon değeri F_0 'ın artışıyla değışiklik gösterdiği ve ısı işem indikatörü olduğu belirtilmiştir. Hem duyusal hem de objektif değerlendirme sonuçları otoklavda sterilizasyon uygulanan kahve

örneklerinin sterilize edilmemiş ve UHT-sterilizasyon uygulanmış kahve örneklerinden farklı olduğunu göstermiştir.

Hayakawa et al. (2010) tarafından filtre kahve içeceklerinin karakteristiklerini tanımlayan bir duyuusal terim sözlüğü oluşturulmuştur. Çalışmada 6 eğitilmemiş ve 4 eğitilmiş panelist seçilen 24 ticari kahve örneğini değerlendirerek 127 terim (7 adet görünüş, 61 adet aroma, 23 adet tat/lezzet, 8 adet ağız hissi ve 28 adet genel izlenim ile ilgili) geliştirmişlerdir. Bu terim listesi kahve tadımı konusunda deneyimi olmayan 12 panelist tarafından gözden geçirilmiştir ve terimlerin tüketiciler ve eğitimsiz kahve panelistlerince anlaşılabilirliği değerlendirilmiştir. 127 terimden 31'i tüketicilerce 60'ı ise eğitilmemiş kahve panelistlerince uygun bulunmuştur. Çalışmada belirlenen duyuusal terimler aşağıda listelenmiştir:

Görünüş: koyu, konsantre, transparan, siyahımsı-kahverengi, kırmızımsı-kahverengi, turuncumsu-kahverengi, sarımsı-kahverengi

Aroma: kavrulmuş, hoş kavrulmuş, tatlı-asidik, meyvemsi, tatlı, çiçeğimsi, arpa çayı, yanık, karbonumsu, asidik, erik, çay üzümü, şeftali, muz, bergamut, böğürtlen, turunç, vanilya, kremamsı, şurup, şeker, tatlı-çiçeğimsi, tatlı-baharatımsı, tarçın, karamel, fırında tatlı patates, çikolata, odunumsu, çim, saman, siyah çay, zencefil, fındığımsı, kavrulmuş soya fasulyesi, hububatımsı, maltımsı, yanık odun, dumanımsı, külümsü, yakıcı aroma, mandalinamsı, kostik, toprağımsı, katranımsı, kimyasal, ilacımsı, reçinemsi, terpentin, kresol, fenol, amonyak, kağıt, yağlı, metalik, yeşil, baharatımsı, soğanımsı, nane, bakliyatımsı

Tat/Lezzet: asidik, saf asidik, keskin asidik, hafif asidik, yuvarlak asidik, kuvvetli asidik, acı, saf acı, keskin acı, yuvarlak acı, tat sonrası acı, zengin tat, yakıcı tat, tat sonrası asitlik, tat sonrası yakıcılık, acı ve yakıcı tat, temiz olmayan tat, tatlı, tatlı asidik, tat sonrası tatlılık, sert ve yakıcı tat, tat sonrası sert ve yakıcı, tuzlu

Ağız hissi: yuvarlak, düzgün, taneli, gövde, yakıcı, kalın, kaba, yapışkan

Genel izlenim: gevrek, saf, kalıcı olmayan, keskin, ılımlı, yuvarlak, yumuşak, dengeli, yoğun, tatlı, zengin, yakıcı, berrak, narin, kuvvetli, ağır, sert, hafif, monoton, yavan, nötr, basit ve hafif, turunç benzeri, keskin, alkali, şarabımsı.

Bhumiratana et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada Etiyopya, Havayi ve El Salvador üretimi çiğ kahve çekirdeklerinde kavurma derecesi, öğütme ve kahve içeceği hazırlama aşamalarının kahve aroması gelişimine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla tanımlayıcı duyuşal değerdendirme alanında iyi eğitilmiş bir panel toplam 4.5 saatlik bir oryantasyon eğitimiyle çiğ kahve, kavrulmuş kahve (hafif, orta, çok kavrulmuş), öğütölmüş kahve ve bu kahvelerden hazırlanan filtre kahve için kahve, kavrulmuş, yanık/keskin, kahverengi, fasölyemsi (baklagil), findığımsı, kakao, küfümsü/toprağımsı, çiçeğımsi, meyvemsi, yeşil, külümsü/kurum benzeri, tatlı aromatik, ekşi aromatik, yakıcı olmak üzere 15 adet aromatik duyuşal özellik tanımlamış ve yoğunluklarını değerdendirilmiştir. Örnekler 6 paneliste 414 ml'lik kapaklı kaplarda sunulmuş ve değerdendirme için kapağı açarak örnekleri koklamaları istenmiştir. Duyusal karakterlerin yoğunluklarının değerdendirilmesinde 15 puanlık bir skala kullanılmıştır (0-yok; 15-çok fazla). Duyusal değerdendirme sonuçlarına uygulanan varyans analizi ve PCA analizi sonucunda çiğ kahvede fasölyemsi (baklagil), yeşil, küfümsü/toprağımsı ve ekşi aromatik karakterlere sahip olduğı görölmüştür. Genel olarak hafif kavrulmuş örneklerin daha tatlı algılandığı ve tatlı, kakao ve findığımsı karakterlerin öne çıkattığı çok kavrulmuş örneklerde ise tüketicilerin tercih ettiğı kahve karakterlerinin (kahve, kavrulmuş, yanık/keskin ve külümsü/kurum benzeri) daha yoğun algılandığı saptanmıştır. Orta kavrulmuş kahvelerin ise en kompleks aroma profiline sahip olduğı ve en uygun kavurma derecesi olduğı belirlenmiştir. Kahvelerin aroma profillerinin kahve çeşidinden daha çok hazırlık aşamaları ve kavurma derecesinden etkilendiğı gözlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Türk kahvesindeki uçucu bileşenlerin izolasyonu için yöntem seçimi amacıyla gerçekleştirilen denemelerde piyasadan temin edilen aynı partiye ait orta kavrulmuş, ince öğütülmüş Türk kahvesi örnekleri kullanılmıştır.

Türk kahvesinin karakteristik lezzetinin belirlenmesi için gerçekleştirilen denemelerde ise materyal olarak aynı partiye ait Brezilya Rio Minas bölgesinden Arabika türü kahve çekirdeği kullanılmış ve kahve çekirdekleri TS 3117 belirtilen aydınlık değerleri dikkate alınarak analiz öncesi hafif, orta ve çok olmak üzere kavrulmuş ve çok ince olarak öğütülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Türk kahvesinin hazırlanması

Bu çalışma kapsamında kullanılan Türk kahvesi örneklerinin hazırlanmasında başlıca aşamalar kavurma, öğütme ve pişirmedir. Örneklerin TS 3117'e uygunluğunun belirlenmesi amacıyla da aydınlık değeri ölçümü ve nem analizi gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde söz konusu yöntemler detaylı olarak açıklanmaktadır.

3.2.1.1. Kavurma

Çalışmada kullanılan kahve örnekleri Has Garanti Değirmen ve Kavurma Mak. San. ve Tic. Ltd. Şti.'de bulunan Has Garanti marka 1 kg kapasiteli masa üstü tipi tamburlu kahve kavurma makinesinde kavrulmuştur. Kavurma, kahve çekirdeklerinin başlangıç sıcaklığı 150 °C olan tambura konularak ısı işlem uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Kavurma makinesinde bulunan karıştırma düzeneği yardımı ile çekirdeklerin homojen olarak kavrulması sağlanmıştır. Kavurma işleminin sonu kahve çekirdeklerinde görsel olarak renk kontrolü ile belirlenmiştir. Kahve çekirdekleri istenilen renge ulaştığında kavrulmuş kahve

çekirdekleri kahve makinesinin ısıtma haznesinden soğutma haznesine boşaltılmış ve karıştırmak suretiyle çekirdeklerin hızla soğutulması sağlanmıştır.

3.2.1.2. Öğütme

24 saat soğumaya bırakılan kavrulmuş kahve çekirdekleri Has Garanti marka kahve değirmeninde öğütülerek aydınlık değerleri (Y) ölçülmüştür. Kahve örneklerinin öğütme derecesi, TS 3117’de belirtilen elek analizi uygulanarak standartta belirtilen sınıflandırmaya göre değerlendirilmiştir. Buna göre tüm kahve örnekleri “çok ince” olarak öğütülmüştür.

Çiğ Çekirdek ve Öğütülmüş Kahve standardı TS 3117’de (1978) kavrulmuş ve öğütülmüş kahve, kahvenin aydınlık değerinin (Y) ölçümü sonucu elde edilen değerlere göre sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda kavrulmuş, öğütülmüş kahve örneklerinin aydınlık değeri (Y) ColorFlex EZ (Hunter Associates Laboratory Inc., ABD) kolorimetresi kullanılarak ölçülmüş ve ölçüm sonuçları TS 3117’de (1978) verilen değer aralıkları ile karşılaştırılarak her bir kavrulmuş kahve örneğinin hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve sınıfına uygunluğu saptanmıştır. TS 3117’e (1978) göre öğütülmüş kahvenin farklı kavrulma dereceleri için Y değeri aralıkları aşağıda verilmiştir:

- Hafif kavrulmuş: 6.1 - 8.0
- Orta kavrulmuş: 5.0 - 6.0
- Çok kavrulmuş: 3.5 - 4.9

3.2.1.3. Nem analizi

Kavrulmuş, öğütülmüş kahve örneklerinde nem analizi TS ISO 11294 (2001) Kahve-Kavrulmuş, Öğütülmüş- Rutubet Muhtevası Tayini standardında belirtildiği gibi etüv yöntemi ile 103 °C’de kurutma şeklinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.4. Pisirme

Kavrulmuş ve öğütülmüş kahve örneklerinde lezzet ve aroma kaybı olmaması açısından en geç 2 gün içinde objektif ve duyu analizler uygulanmıştır.

Her analizden önce Türk kahvesi taze olarak pişirilip analizlerde kullanılmıştır. Pişirme yönteminin standart olmasını sağlamak için kavrulmuş ve öğütülmüş kahve Arçelik K-3190 Telve Türk Kahvesi Makinesi kullanılarak Türk kahvesi hazırlanmıştır. Örneklerin pişirilmesinde aynı partiye ait Erikli marka şişelenmiş içme suyu kullanılmıştır ve örnekler şekerli hazırlanmıştır.

Türk kahvesi üreticilerinin ve Telve Türk kahvesi makinesinin kullanım önerileri doğrultusunda pişirmede kullanılan kahve ve su miktarı sırasıyla 5 g ve 65 ml'dir. Türk kahvesi fincanlarının genel sıvı hacmi 65 ml'dir. Bu nedenle ön denemelerde kahve hazırlamada kullanılacak su miktarı 65 ml olarak sabit tutularak en uygun kahve su oranının saptanması için, 4.5, 5 ve 5.5 g olmak üzere 3 farklı kahve miktarı denenerek pişirilen örneklere sıralama testi (Altuğ ve Elmacı, 2005) uygulanmıştır. Panel 8 eğitilmiş panelistle 2 oturumda 2 tekrar halinde gerçekleştirilmiş ve panelistlerden tercih sıralaması yapmaları istenmiştir. Sıralama testi formu Şekil 3.1'de görülmektedir Tercih testi sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda 3 örnek arasında tercih açısından fark olmadığı saptanmıştır ($p < 0.05$). Bu sonuca göre Türk kahvesi üreticilerinin ve Telve Türk kahvesi makinesinin kullanım önerileri doğrultusunda denemelerde Türk kahvesi örnekleri 5 g kahve/ 65 ml su oranı kullanılarak hazırlanmıştır.

İsim:	Tarih:												
Ürün: Türk Kahvesi													
Size sunulan Türk kahvesi örneklerini tattıktan sonra lütfen tercihinize göre en çok beğendiğinize 1, en az beğendiğinize 3 vererek sıralayınız. Size sunulan 3 örneği dilediğiniz kadar tadabilirsiniz. Teşekkürler.													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 30%;"><u>Tercih</u></th> <th style="width: 40%;"><u>Örnek kodu</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En çok</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>En az</td> <td>3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<u>Tercih</u>	<u>Örnek kodu</u>	En çok	1			2		En az	3	
	<u>Tercih</u>	<u>Örnek kodu</u>											
En çok	1												
	2												
En az	3												

Şekil 3.1. Türk kahvesi hazırlanmasında kullanılacak kahve/su oranının belirlenmesi için kullanılan sıralama testi formu

3.2.2. Türk kahvesindeki uçucu bileşenlerin tayini

3.2.2.1. Türk kahvesindeki uçucu bileşenlerin izolasyonu için yöntem seçimi

Türk kahvesinde bulunan uçucu bileşenlerin Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS) analizi ile belirlenmesi kapsamında Türk kahvesi örneklerinden uçucu bileşenlerin izolasyonu için en uygun yöntemin seçilebilmesi amacıyla ön denemeler yapılmıştır. Yapılan ön denemelerde piyasadan temin edilen aynı partiye ait orta kavrulmuş, ince öğütülmüş Türk kahvesi örneği kullanılmıştır. Bu kahve örneğinin uçucu bileşenlerinin izolasyonu için manuel tepeboşluğu (HS), tepeboşluğu/katı faz mikro ekstraksiyon (HS/SPME) ve sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyon yöntemleri denenmiş ve izole edilen uçucu bileşenler GC/MS ile analiz edilmiştir. Ön denemelerde uygulanan izolasyon yöntemleri aşağıda açıklanmaktadır.

3.2.2.1.1. Manuel tepeboşluğu (HS) yöntemi

Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin izolasyonu için Maeztu et al. (2001), Andueza et al.(2003a) ve Sanz et al. (2001) tarafından önerilen tepe boşluğu (HS) yöntemi Türk kahvesi örneklerine uyarlanarak kullanılmıştır.

Materyal bölümünde açıklandığı şekilde pişirilen Türk kahvesinden 20 ml kahve 40 ml'lik septalı vial alınmıştır. Vial 60 °C'deki blok ısıtıcıda 30 dk tutularak dengeye gelmesi beklenmiştir. Aynı sırada GC/MS'e enjeksiyon için kullanılacak olan manuel şırınga 60 °C'deki etüve yerleştirilerek aynı sıcaklıkta dengeye gelmesi sağlanmıştır. Süre sonunda 1 ml tepe boşluğu (gazı) GC/MS'e enjekte edilmiştir.

3.2.2.1.2. Tepeboşluğu/Katı faz mikro ekstraksiyon (HS/SPME) yöntemi

Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin izolasyonu için Bicchi et al. (2002), Rocha et al. (2003), Akiyama et al. (2003), Zambonin et al. (2005), Lopez-Galilea et al. (2006), Akiyama et al. (2007) ve Akiyama et al. (2008) tarafından uygulanan SPME yöntemlerinde kullanılan fiberler ve

parametreler denenerek en uygun fiber ve izolasyon koşulunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla denemelerde kullanılan fiberler aşağıda listelenmiştir:

50/30 μm 'lik Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan
(DVB/CAR/PDMS)

85 μm 'lik Karboksen/ Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS)

85 μm 'lik Poliakrilat (PA)

65 μm 'lik Polidimetilsiloksan /Divinilbenzen (PDMS/DVB)

Bölüm 3.2.1.5 'te açıklandığı şekilde pişirilen Türk kahvesinden 20 ml kahve 40 ml'lik septalı vial alınmıştır. Ön denemelerde vial 60 °C'deki blok ısıtıcısında vialin tepeboşluğuna SPME fiberi daldırılarak 20, 30 ve 40 dk bekletilerek tepe boşluğunda biriken uçucu bileşenlerin fiber üzerine adsorbe edilmesi sağlanmıştır. Süre sonunda vialden çıkarılan fiber GC/MS cihazına enjekte edilmiştir ve fiber, analiz boyunca enjeksiyon bloğunda tutularak adsorbe olan uçucu bileşenlerin desorpsiyonu sağlanarak GC/MS analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre örneklerin blok ısıtıcıda 60 °C'ta 30 dk fiber tepe boşluğuna daldırılmış olarak bekletilmesine karar verilmiştir.

3.2.2.1.3. Sıvı-sıvı çözen ekstraksiyonu yöntemi

Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin sıvı-sıvı çözen ekstraksiyonu ile izolasyonu için Heath and Reineccius (1986) tarafından yöntem Türk kahvesi örneklerine uyarlanarak kullanılmıştır.

Bölüm 3.2.1.5 'te açıklandığı şekilde pişirilen Türk kahvesi süzülerek, 100 ml süzölmüş kahve sıvı-sıvı çözen ekstraksiyon düzeneğine aktarılmıştır. Örnek üzerine 80 ml etanol ilave edilmiştir. Toplama erlenine 125 ml hegzan eklendikten sonra erlen su banyosuna yerleştirilerek ısıtılmıştır. Sıvı-sıvı ekstraksiyon düzeneği yardımıyla buharlaşan hegzanın örnek içinde yoğunlaşması ve örnekte bulunan uçucu bileşenlerin hegzan bünyesine alınması sağlanmıştır. Örnek haznesinde yoğunlaşan hegzanın fazlası toplama erlenine geri dönerek hegzan bünyesinde bulunan uçucu bileşenler erleninde toplanmıştır. Ekstraksiyon 6 saat süreyle gerçekleştirilmiştir ve süre sonunda elde edilen hegzan çözeltisi azot altında 5 ml'ye kadar buharlaştırılarak buzdolabında depolanmıştır.

Elde edilen ekstrakta bulunan bileşenlerin belirlenmesi amacıyla 5 µl örnek GC/MS cihazına enjekte edilmiştir.

3.2.2.2. Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS) analizi

Piştirilmiş Türk kahvesi örnekleri için belirlenen izolasyon yöntemleriyle elde edilen uçucu bileşenlerin analizleri E.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan HP 6980 GC/HP 5973MS model GC/MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşenlerin izolasyonunda yöntem seçimi amacıyla yapılan ön denemelerde kullanılan GC/MS koşulları aşağıda verilmiştir:

Aygıt: HP 6980 GC/ HP 5973 MS

Kolon: DB-Wax (60 m x 0.25 mm x 0.50 µm)

Enjeksiyon sıcaklığı: 250 °C

Enjeksiyon modu: Bölünmesiz (splitless)

Taşıyıcı gaz: He, 1.6 ml/dk

Fırın sıcaklık programı: 50 °C (2 dk) / 3 °C/dk artışla / 220 °C (20 dk)

Kütle aralığı: 50-550

Elektron enerjisi: 70 eV

Auxiliary sıcaklığı: 240 °C

MS kaynağı: 240 °C

MS kuadrapol: 150 °C

MS kütüphanesi: WILEY ve NIST

Ancak yapılan ön denemeler sonunda GC/MS fırın sıcaklık programının yetersiz kaldığı sonucuna varıldığından denemelerde sıcaklık programı olarak 50°C (2 dk) // 5 °C/dk // 90 °C // 2 °C/ dk // 220 °C (15 dk) kullanılmıştır.

Türk kahvesi örneklerindeki uçucu bileşenler WILEY ve NIST kütüphaneleri kullanılarak tanımlanmıştır. Ayrıca aynı kromatografik koşullarda enjekte edilen C7-C30 indeks standart alkan karışımı (Supelco) yardımıyla saptanan uçucu bileşenlerin Kovats Alıkonma İndeksi hesaplanmıştır (Ek 1).

3.2.3. Türk kahvesinde lezzet profili analizi

Çalışmanın duysal değerlendirme bölümünde Altuğ ve Elmacı (2005) tarafından önerildiği şekilde Lezzet Profili Analizi (LPA) uygulanmıştır. LPA'yı

gerçekleştirecek panelistler Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü çalışanları arasından 6 temel tat, tat eşikleri ve koku testleri uygulanarak seçilmiş ve yaşları 22 – 55 arasında değişen 8 panelist ile toplam 22 oturumda 15 saatlik panel eğitimi gerçekleştirilmiştir.

Panelist eğitiminde ilk aşama olarak önceki çalışmalarda ve TS 3117’de verilen kahve lezzeti ile ilgili duyuşal terimlerden yola çıkılarak panelistlerle beraber Türk kahvesinin duyuşal değerdendirilmesinde kullanılacak terimler belirlenmiştir. Ayrıca Lenoir and Guernonprez (2005) tarafından geliştirilmiş olan ve kahvede yaygın olarak kullanılan duyuşal terimler ve ilgili referanslar kullanılarak da eğitim gerçekleştirilmiştir. Panel tarafından geliştirilen ve Lenoir and Guernonprez (2005) tarafından önerilen tanımlayıcı terim ve referanslar Çizelge 3.1’de görölmektedir.

Çizelge 3.1. Panel tarafından geliştirilen ve Lenoir and Guernonprez (2005) tarafından önerilen kahveye ait tanımlayıcı terimler ve ilgili referanslar

Tanımlayıcı terim	Referans madde	Tanım
Toprağımsı	Nemli toprak	Nemli toprak
Toprağımsı-kükürtümsü	Metional	Haşlanmış patates
Yeşil	2-metoksi-3-isopropilpirazin	Taze açılmış bezelye
Samanımsı	Saman ekstraktı	Hasat sonrası kuru saman
Odunumsu	Atlas sedirinin esansiyel yağı	İşlenmemiş odun, kalemtraşla açılmış kalem atığı
Karafilimsi	4-etil guaiakol	Karanfil
Çiçeğımsi - baharatımsı	Linalool	Kuru kişniş tohumu
Vanilya	Vanilin	Vanilya kokusu
Çiçeğımsi-meyvemsi	beta-damason	Kokulu Şam gülü
Çiçeğımsi	Jasminum grandiflorum’un esansiyel yağı	Kahve ağacının beyaz çiçeklerine özgü kokusu, yasemin benzeri koku
Fermente-şarabımsı	2-metil ve 3-metil bütirat	Kahve pulpasının çekirdeklerden ayrılması için uygulanan fermentasyon sırasında oluşan koku
Meyvemsi/ kükürtümsü	3-merkapt-3-metilbütılformat	Frenk üzümü
Turunçgil	Limon kabuğunun destilasyonu ile elde edilen hidrokarbonlar ve terpenik aldehytler	Limon kabuğunun taze, asidik kokusu
Kayısı	Benzaldehyt, linalool, alfa-terpineol ve gama laktonlar	Taze kayısı ve kayısı reçeli kokusu
Elma	Asetaldehyt, hegzanal, hegzanoik asit, bazı esterler	Taze soyulmuş elmanın meyvemsi, mayamsı kokusu

Çizelge 3.1.(devam) Panel tarafından geliştirilen ve Lenoir and Guernonprez (2005) tarafından önerilen kahveye ait tanımlayıcı terimler ve ilgili referanslar

Tanımlayıcı terim	Referans madde	Tanım
Yağlı	Bütandion	Tereyağı
Çiçeğimsi-mumsu	Fenilasetaldehit	Çiçek kokulu bal
Hayvan benzeri	Referans kullanılmamıştır	Sepilenmiş deri
Basmati pirinci	2-asetil pirolin	Pişmiş basmati pirinci veya patlamış mısır benzeri koku
Tost	2-asetil pirazin	Tost edilmiş ekmek kokusu
Malt	Maltol ve isobütiraldehit	Kavrulmuş malt kokusu
Odunumsu-baharatımsı	Sikloten	Meyan köküne benzer tatlı ancak yakıcı koku
Karamel	Furanol	Karamel benzeri koku
Bitter çikolata	Bitter çikolata	Kavrulmuş ve öğütülmüş kakao çekirdeğinin şeker ile karışımıyla ortaya çıkan koku
Kavrulmuş badem	Kavrulmuş badem	Krokan veya pralin benzeri koku
Kavrulmuş fıstık	Kavrulmuş fıstık	Hafif kavrulmuş yer fıstığı ve yağının kokusu
Kavrulmuş fındık	Kavrulmuş fındık	Kavrulmuş fındığın tatlı, yağlı kokusu
Ceviz	Ceviz	Ceviz ve ceviz yağına özgü yakıcı koku
Duman/İs	Fenoller	Yanan odun ve reçineden gelen koku, tütsü benzeri
Pipo tütünü	Pipo tütünü	Yanan tütün yaprağı kokusu
Kavrulmuş kahve	Furfuril merkaptan	Taze kavrulmuş kahve kokusu
İlacımsı	Guaiakol	İlaç benzeri koku
Lastik	Etil-3-(furfuriltiyo)propionat	Lateks kokusu
Yanık kahve	Yanık kahve	Aşırı kavrulmuş kahve çekirdeği kokusu
Yanık patlamış mısır	Yanık patlamış mısır	Yanmış patlamış mısır
Kömür	Kömür	Kömür
Kül	Sigara külü	Sigara külü
Zencefil	Kök zencefil	Kök zencefil
Tarçın	Kabuk tarçın	Kabuk tarçın
Leblebi	Leblebi	Leblebi
Kına	Kına	Kına
Meyankökü	Meyankökü	Meyankökü
Çürük meyve/sebze	Çürümüş elma kabuğu	Çürümüş elma kabuğu
Burukluk	Seylan çayı	Seylan çayı
Tatlı	5.76 g/l sakkaroz çözeltisi	Tatlımsı
Ekşi	0.43 g/l sitrik asit çözeltisi	Ekşi
Acı	0.195 g/l kafein çözeltisi	Acı
Tuzlu	0.43 g/l sodyum klorür çözeltisi	Tuzlu

Bu eğitim sonrasındaki aşamada piyasadan temin edilen çeşitli markalara ait Türk kahvesi örnekleri ile Has kahve tarafından denemeler için hazırlanan Türk kahvesi örnekleri panelistlere sunularak örneklerde algılanan lezzet karakterleri tanımlanmıştır. Panel tarafından tanımlanan 28 adet lezzet karakteri gruplandırılarak Türk kahvesi örneklerine uygulanacak Lezzet Profili Analizinde kullanılacak olan 11 tanımlayıcı terim grubu oluşturulmuştur (Çizelge 3.2). Panel eğitiminin son aşamasında Türk kahvesi için belirlenen söz konusu 11 tanımlayıcı terimin Türk kahvesi örneklerinde yoğunluklarının değerlendirilmesi ile ilgili eğitim gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Türk kahvesi için geliştirilen tanımlayıcı terimler ve referans maddeler

Tanımlayıcı Terim	Referans	Tanımlayıcı Terim Grubu
Kavrulmuş kahve çekirdeği	Kavrulmuş kahve çekirdeği	Kavrulmuş/yanık
Kavrulmuş	Kavrulmuş fındık, fıstık, badem	
Fındığımsı	Kavrulmuş fındık	
Yanık kahve	Yanık kahve	
Leblebimsi	Leblebi	
Yanık	Yanık patlamamış mısır	
Kömürümsü/is	Kömür	
Külümsü	Sigara külü	
Karamel	Karamel	
Çikolatamsı	Bitter çikolata	
Baharatımsı	Referans kullanılmamıştır	Baharatımsı
Zencefil	Kök zencefil	
Tarçınımsı	Kabuk tarçın	
Karanfilimsi	Karanfil	
Kınamsı	Kına	
Meyankökü	Meyankökü	
Kuru kişniş tohumu	Kuru kişniş tohumu	
Odunumsu	Kuru odun	Odunumsu
Ağaç kabuğu	Referans kullanılmamıştır	Fermente
Toprağımsı	Nemli toprak	
Çürük meyve/sebze	Çürümüş elma kabuğu	Tütünümsü
İlacımsı	Referans kullanılmamıştır	
Tütünümsü	Pipo tütünü	Burukluk
Burukluk	Seylan çayı	
Tatlı	5.76 g/l sakkaroz çözeltisi	Tatlı
Ekşi	0.43 g/l sitrik asit çözeltisi	Ekşi
Acı	0.195 g/l kafein çözeltisi	Acı
Tuzlu	0.43 g/l sodyum klorür çözeltisi	Tuzlu

Türk kahvesi örnekleri materyal bölümünde anlatıldığı şekilde hazırlanarak, beyaz porselen Türk kahvesi fincanlarında sıcak (60 °C) olarak sunulmuştur. Her oturumda 1 örnek değerlendirilmiştir ve tüm paneller 10:30-11:00 ve/veya 14:30-15:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Panelistler sunulan Türk kahvesi örneklerinde eğitim aşamasında belirlenen duyuşal terimlerin yoğunluğunu 0-50 mm'lik grafik skala kullanarak TS-5546 (1988)'de önerilen oybirliği metodu ile değerlendirilmiştir ve tat sonrası izlenimlerini belirtmiştir. Elde edilen sonuçlar örümcek ağı diyagramları olarak sunulmuştur.

3.2.4. İstatistiksel değerlendirme

Türk kahvesi örneklerinin hazırlanmasında kullanılacak kahve/su oranını belirlenmesine yönelik yapılan tercih sıralama testi 2 tekrar olacak şekilde uygulanmıştır ve sonuçlar Altuğ ve Elmacı (2005)'da verilen değerlendirme tablolarına göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ($p < 0.05$).

Türk kahvesi örneklerinde gerçekleştirilen tüm objektif analizler ve lezzet profili analizleri 3 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kavrulma derecesinin Türk kahvesi örneklerinin lezzet karakteri ve uçucu bileşenlerine etkisi ve aralarındaki farkın değerlendirilmesi amacıyla varyans analizi uygulanmış ve Duncan testi kullanılarak ilgili bileşenlerdeki farklılık düzeyi belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Türk kahvesi örnekleri arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla örneklerde GC/MS analizi ile belirlenen ortak uçucu bileşenler ve LPA ile değerlendirilen lezzet karakterlerine ait bulgular Cluster analizi kullanılarak dendrogramları elde edilmiştir. Ayrıca ilgili veriler Pearson korelasyon matrisi bazlı Temel Bileşen Analizi (PCA) ile değerlendirilmiştir.

Tüm istatistiksel değerlendirmeler XLSTAT 2011 deneme sürümü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Türk Kahvesi Örneklerinde Aydınlık Değeri Ölçümü ve Nem Analizine Ait Bulgular

Kavrulmuş, öğütülmüş kahve örneklerinde 3.2.1.2 ve 3.2.1.3 bölümlerinde açıklanan şekilde aydınlık değeri ölçümleri ve nem analizleri 3 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve bu analizlere ait bulgular sonuçların ortalaması alınarak Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kahve örneklerinin aydınlık değerleri ve nem değerleri

Kahve örneği	Aydınlık Değeri (Y) (n=3)	Nem (% ağırlık kaybı) (n=3)
Hafif Kavrulmuş	6.67 ± 0.67	2.11 ± 0.17
Orta Kavrulmuş	5.50 ± 0.34	1.78 ± 0.14
Çok Kavrulmuş	4.27 ± 0.77	1.51 ± 0.43

Çizelge 4.1’den görüldüğü gibi çalışma kapsamında hazırlanan kavrulmuş, öğütülmüş kahve örnekleri TS 3117’de kahve sınıflandırmasında hafif kavrulmuş için 6.1 - 8.0, orta kavrulmuş için 5.0 - 6.0 ve çok kavrulmuş 3.5 - 4.9 olarak verilen aydınlık değeri aralıklarında yer almaktadır.

4.2. Türk Kahvesinin Uçucu Bileşenlerinin İzolasyonu İçin Yöntem Seçimi

Piştirilmiş Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin izolasyonunda uygun yöntemin seçilmesi amacıyla manuel tepeboşluğu (HS), tepeboşluğu/katı faz mikroekstraksiyon (HS/SPME) ve sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu yöntemleri denenmiştir. Her bir yöntemle izole edilen uçucu bileşenlerin belirlenmesi ise Gaz kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS) analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Piyasadan temin edilen orta kavrulmuş, ince öğütülmüş Türk kahvesi örneğine uygulanan manuel HS, HS/SPME ve sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu yöntemleri ile ilgili elde edilen bulgular aşağıda açıklanmıştır. Her yöntemle izole edilen uçucu bileşenlere ait GC/MS kromatogramları Ek 2-7’de verilmiştir.

4.2.1. Manuel tepeboşluğu (HS) yöntemine ait bulgular

Piyasadan temin edilen orta kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinden uçucu bileşenlerin izolasyonu amacıyla uygulanan manuel HS yöntemi ile izole edilen

uçucu bileşenler, yüzde alanları ve literatürden belirlenen duyuşal terim karşılıkları Çizelge 4.2’de, söz konusu uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde manuel HS/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik no.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan ± standart sapma (n=3)	Duyuşal Terim*
1	15.590	tanımlanamayan bileşen	0.25±0.43	
2	20.430	heptanal	7.13±1.25	yağlı, narenciye, acılaşmış yağ
3	23.006	tanımlanamayan bileşen	3.10±0.10	
4	25.334	oktanal	4.97±0.21	keskin, narenciye benzeri
5	28.066	tanımlanamayan bileşen	1.58±0.07	
6	30.147	nonanal	4.14±0.66	yağlı-gül benzeri, çiçeğimsi
7	32.639	tanımlanamayan bileşen	1.12±0.97	
8	33.879	pentadekan, 2,6,10,14-tetrametil	28.56±0.68	
9	34.187	tanımlanamayan bileşen	8.36±0.15	
10	34.953	tanımlanamayan bileşen	6.80±0.49	
11	35.324	tanımlanamayan bileşen	2.31±0.15	
12	36.033	tanımlanamayan bileşen	3.56±0.14	
13	36.393	benzaldehit	1.72±0.06	badem
14	37.680	tanımlanamayan bileşen	1.20±0.10	
15	38.171	tanımlanamayan bileşen	3.99±0.38	
16	39.760	tanımlanamayan bileşen	1.95±0.14	
17	40.204	tanımlanamayan bileşen	3.24±0.46	
18	42.542	7-kloro-2,3-dihidro-3-(4-N,N-dimetilaminobenziliden)-5-fenil-1H-1,4-benzodiazepin-2-on	2.14±0.28	valium etken maddesi
19	44.011	oksim, metoksi-fenil	5.33±0.83	çiçeğimsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı
20	44.411	pentanoik asit	0.37±0.64	terimsi
21	44.498	anti-4-Aza-B-homo-5.alfa.-kolestan-3-on	1.98±0.67	
22	48.414	hegzanoik asit	1.76±0.08	ekşimiş, yağlı, terimsi, peynirimsi
23	51.625	tanımlanamayan bileşen	0.57±0.51	
24	52.197	heptanoik asit	0.92±0.80	mumsu, peynirimsi, fermente, yağlı
25	55.803	tanımlanamayan bileşen	2.97±0.13	

*Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007, Surburg and Panten, 2006; Schenker, 2002; Maeztu et al.2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.3. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde manuel HS/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı

Bileşen grubu	Bileşen grubu % alan	Bileşen adedi
tanımlanamayan bileşen	40.98	14
alkan	28.56	1
aldehit	17.96	4
keton	4.12	2
oksim	5.33	1
asitler	3.05	3

Çizelgede 4.2 ve 4.3'ten görüldüğü gibi piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinden manuel tepeboşluğu izolasyon yöntemiyle toplam 25 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen uçucu bileşenlerinden toplam alanın % 40.98'ine karşılık gelen 14 adet bileşen tanımlanamamıştır. Ayrıca bu yöntemle saptanan uçucu bileşenler arasında kahvenin önemli bileşen gruplarından olan furan, pirazin, ve pirol grubu hiç bir bileşen saptanamamıştır.

4.2.2. Tepeboşluğu/Katı faz mikroekstraksiyon (HS/SPME) yöntemine ait bulgular

Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneklerinden uçucu bileşenlerin HS/SPME yöntemi kullanılarak izolasyonu kapsamında Poliakrilat (PA), Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen (PDMS/DVB), Divinilbenzen/Karboksen/ Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS), Karboksen/Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS) olmak üzere dört farklı fiber kullanılmıştır.

PA fiber kullanılarak uygulanan HS/SPME yöntemi ile izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyusal terim karşılıkları Çizelge 4.4'de, söz konusu uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PA fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik no.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan $\pm$ standart sapma (n=3)	Duyuşal Terim*
1	33.431	furfural (2-furankarboksaldehit)	7.89 $\pm$ 1.10	tatlı, odunumsu, ekmeğimsi, fındığımsı, yanık, yakıcı, karamelimsi, badem
2	33.889	2-metoksikarbonil-2-(cis-2'pentenil)-3-metoksikarbonilsetilsiklopentan	23.57 $\pm$ 2,32	petrol benzeri
3	34.214	tanımlanamayan bileşen	5.58 $\pm$ 0.65	
4	34.980	tanımlanamayan bileşen	0.86 $\pm$ 1.49	
5	36.251	2-furanmetanol, asetat	4.97 $\pm$ 0.77	meyvemsi, tatlı, muzumsu
6	38.272	5-metilfurfural	8.85 $\pm$ 1.01	karamelimsi, tatlı, ekmeğimsi, kahve benzeri
7	40.221	tanımlanamayan bileşen	1.14 $\pm$ 1.98	
8	41.329	2-furanmetanol (furfuril alkol)	4.59 $\pm$ 0.22	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
9	44.027	oksim, metoksi-fenil	5.84 $\pm$ 2.06	çiçeğimsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı
10	45.184	2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan (kahveofuran)	5.43 $\pm$ 1.08	kahvemsi, dumanımsı
11	48.092	1H-pirol, 1-(2-furanilmetil)- (furfuril pirol)	9.43 $\pm$ 1.94	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu meyvemsi, kahve
12	49.578	6-aza-5,7,12,14-tetratiapentasen	0.95 $\pm$ 1.64	
13	55.161	7,7-dimetilbisiklo[3.3.0]oktan-2-on	2.69 $\pm$ 0.73	
14	60.625	2-metoksi-4-vinilfenol	18.21 $\pm$ 3.23	balsamik, karanfil, fenolik, odun, duman, biber

*Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007, Surburg and Panten, 2006; Schenker, 2002; Maeztu et al.2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.5. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PA fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı

Bileşen grubu	Bileşen grubu % alan	Bileşen adedi
tanımlanamayan bileşen	7.58	3
furan	31.74	5
alkan	23.57	1
fenol	18.21	1
pirol	9.43	1
oksim	5.84	1
keton	2.69	1
benzen türevi	0.95	1

Çizelgede 4.4 ve 4.5'ten görüldüğü gibi piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinden PA fiber kullanılarak gerçekleştirilen HS/SPME izolasyon yöntemiyle toplam 14 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen uçucu bileşenlerinden toplam alanın %7.58'ine karşılık gelen 3 adet bileşen tanımlanamamıştır.

Türk kahvesi örneklerinden PDMS/DVB fiber kullanılarak uygulanan HS/SPME yöntemi ile izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları Çizelge 4.6'te, söz konusu uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PDMS/DVB fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik No.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan ± standart sapma (n=3)	Duyuşal terim*
1	20.449	tanımlanamayan bileşen	0.85±0.73	
2	21.048	piridin	0.35±0.60	is, balığımsı, amin benzeri
3	24.785	metilpirazin	0.69±0.60	findığımsı, kavrulmuş, kakao, patlamış mısır
4	27.437	pirazin, 2,5-dimetil-	0.27±0.47	çikolata, kavrulmuş fındık, toprağımsı
5	27.700	pirazin, 2,6-dimetil-	0.47±0.41	kahve, çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
6	27.933	pirazin, etil-	0.87±0.15	findığımsı, kahve, kakao, kavrulmuş, fermente, küfümsü, çikolata-yerfistiğı
7	30.247	pirazin, 2-etil-6-metil-	3.71±0.56	kimyon, kavrulmuş, meyvemsi-çiçeğımsi, toprağımsı
8	30.587	pirazin, 2-etil-5-metil-	1.94±0.26	findığımsı, kavrulmuş, hafif çimenimsi, kimyon
9	31.151	pirazin, 2-etil-3-metil-	2.20±0.33	patates, yanık, findığımsı, kavrulmuş, tahıl, toprağımsı
10	32.393	pirazin, 2,6-dietil-	1.54±0.14	çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
11	32.573	trans-linalool oksit (2)	0.84±0.21	çiçeğımsi, hoş, narenciye, terpen, toprağımsı-çiçeğımsi, hafif bergamut benzeri, yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
12	32.854	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	4.27±0.50	kavrulmuş findığımsı
13	33.443	furfural	3.57±0.52	tatlı, odunumsu, ekmeğımsi, findığımsı, yanık, yakıcı, karamelimsi, badem
14	33.622	pirazin, 2-etil-3,5-dimetil-	1.65±0.17	çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
15	34.216	tanımlanamayan bileşen	1.85±0.59	
16	34.559	furan, 2-[(metiltio)metil]-	1.13±0.20	kahvemsi, kuvvetli hardal, sarımsak, yanık, et, duman-kavrulmuş
17	34.837	pirazin, 2,3-dietil-5-metil-	1.35±0.13	küfümsü, findığımsı, etimsi, sebze, kavrulmuş fındık, kızarmış ekmeğ, patates, kakao, toprağımsı
18	34.965	pirazin, 3,5-dietil-2-metil-	2.07±0.09	findığımsı
19	35.380	etanon, 1-(2-furanil)-	1.46±0.17	meyvemsi, tatlı, karamelimsi
20	35.786	1-(2-furil)-2-propanon	1.13±0.15	karamelimsi, meyvemsi, baharatımsı, tatlı
21	36.068	tanımlanamayan bileşen	0.71±0.61	
22	36.268	2-furanmetanol, asetat (furfuril asetat)	9.97±1.53	meyvemsi, tatlı, muzumsu
23	36.445	linalool	1.73±0.27	çiçeğımsi, narenciye, portakal, limon, mumsu, aldehit benzeri, odunumsu, tatlımsı-meyvemsi, kişniş tohumu

Çizelge 4.6.(devam) Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PDMS/DVB fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik No.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan ± standart sapma (n=3)	Duyusal terim*
24	38.285	5-metilfurfural	8.80±0.81	karamelimsi, tatlı, ekmeğimsi, kahve benzeri
25	38.787	2-furanmetanol, propanoat (furfuril propionat)	1.25±0.23	meyvemsi, tatlı, yeşil muz, yağlı, kahve, baharatımsı
26	39.038	2,2'-bifuran	1.05±0.15	aromatik, ilacımsı, kamfor
27	39.432	furan, 2,2'-metilenbis-	3.20±0.39	acı, keklik üzümü
28	40.061	tanımlanamayan bileşen	0.92±0.16	
29	40.232	tanımlanamayan bileşen	0.87±0.76	
30	40.558	1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil	1.85±0.33	kahve
31	41.332	2-furanmetanol	1.68±0.08	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
32	41.612	tanımlanamayan bileşen	0.40±0.34	
33	41.816	etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-	1.98±0.13	toprağımsı
34	42.178	furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil	1.48±0.04	
35	42.503	asetaminofen	0.28±0.11	
36	43.909	tanımlanamayan bileşen	0.33±0.57	
37	44.033	oksim, metoksi-fenil-	4.06±2.23	çiçeğimsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı
38	44.813	tanımlanamayan bileşen	0.54±0.48	
39	45.201	2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan (kahveofuran)	6.15±0.75	kahve benzeri, dumanımsı
40	46.641	metilsalisilat	0.56±0.10	nane, tatlı, fenolik
41	47.697	tanımlanamayan bileşen	1.14±0.14	
42	48.102	N-furfurilpirol	8.12±0.95	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu meyvemsi, kahve
43	49.206	tanımlanamayan bileşen	0.15±0.27	
44	49.305	fenol, 2-metoksi (Guaiakol)	0.54±0.47	fenolik, ilacımsı, plastik (rio lezzeti)
45	49.573	tanımlanamayan bileşen	0.74±1.28	
46	50.048	tanımlanamayan bileşen	0.41±0.35	
47	50.754	tanımlanamayan bileşen	1.08±0.17	
48	52.631	tanımlanamayan bileşen	0.47±0.41	
49	53.446	tanımlanamayan bileşen	0.44±0.39	
50	55.178	4-etil-2-metoksifenol	1.12±0.32	fenolik, baharatımsı, karanfilimsi, ilacımsı, odunumsu, hafif vanilya
51	60.631	2-metoksi-4-vinilfenol	5.77±0.59	balsamik, karanfil, fenolik, odun, duman, biber

* Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007, Surburg and Panten, 2006; Schenker, 2002; Maeztu et al., 2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.7. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde PDMS/DVB fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı

Bileşen grubu	Bileşen grubu % alan	Bileşen adedi
tanımlanamayan bileşen	10.89	15
pirazin	21.04	12
furan	41.70	13
pirol	11.96	3
fenol	7.71	4
oksim	4.06	1
alkol	1.73	1
ester	0.56	1
piridin	0.35	1

Çizelge 4.6 ve 4.7’den görüldüğü gibi piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinden PDMS/DVB fiber kullanılarak gerçekleştirilen izolasyon yöntemiyle toplam 51 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen uçucu bileşenlerden toplam alanın % 10.89’una karşılık gelen 15 adet bileşen tanımlanamamıştır.

Türk kahvesi örneklerinden DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak uygulanan HS/SPME yöntemi ile izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyusal terim karşılıkları Çizelge 4.8’de, söz konusu uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik no.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan± standart sapma (n=3)	Duyuşal Terim*
1	14.627	tanımlanamayan bileşen	0.31±0.31	
2	15.285	3-metilpiridazin	0.37±0.33	sardunya benzeri, acı, kinin benzeri
3	15.553	tanımlanamayan bileşen	0.11±0.10	
4	18.479	1H-pirol, 1-metil-	0.40±0.48	tatlı, sıcak, fındığımsı, eterimsi, is, odunumsu
5	18.996	fenol, 3-metil-	1.23±0.59	fenolik
6	20.480	1,3,3a,4,5,7a-hekshidro-trans-isobenzofuran	0.60±0.52	
7	21.017	piridin	1.49±0.43	is, balığımsı, amin benzeri
8	21.474	2-(2-propenil)-furan	0.10±0.18	
9	23.052	./-.-2-metoksi-3,8-dioksosefalotaks-1-ene	0.24±0.21	
10	24.760	pirazin, metil-	2.74±0.30	fındığımsı, kavrulmuş, kakao, patlamış mısır
11	25.397	benzene, 1-metoksi-4-metil-	0.38±0.29	meyvemsi, eterimsi, sümbülüsü
12	27.418	pirazin, 2,5-dimetil-	1.56±0.14	çikolata, kavrulmuş fındık, toprağımsı
13	27.681	pirazin, 2,6-dimetil-	1.31±0.18	kahve, çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
14	27.927	pirazin, etil-	1.71±0.38	fındığımsı, kahve, kakao, kavrulmuş, fermente, küfümsü, çikolata-yerfistiğı
15	28.095	tanımlanamayan bileşen	0.42±0.37	
16	28.556	pirazin, 2,3-dimetil-	0.47±0.05	küfümsü, fındık iç kabuğı, kakao tozumsu, kavrulmuş kahve, ekmeğımsi
17	30.238	pirazin, 2-etil-6-metil-	3.62±0.28	kimyon, kavrulmuş, meyvemsi-çiçeğımsi, toprağımsı
18	30.573	pirazin, 2-etil-5-metil-	2.00±0.12	fındığımsı, kavrulmuş, hafif çimenimsi, kimyon
19	31.139	pirazin, 2-etil-3-metil-	2.34±0.21	patates, yanık, fındığımsı, kavrulmuş, tahıl, toprağımsı
20	32.385	pirazin, 2,6-dietil-	1.26±0.12	çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
21	32.564	trans-linalooloksit	0.91±0.11	çiçeğımsi, hoş, narenciye, terpen, toprağımsı-çiçeğımsi, hafif bergamut benzeri, yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
22	32.844	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	3.40±0.19	kavrulmuş fındığımsı
23	33.448	furfural	12.31±0.86	tatlı, odunumsu, ekmeğımsi, fındığımsı, yanık, yakıcı, karamelimsi, badem
24	33.608	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	1.17±0.10	kavrulmuş fındığımsı
25	34.208	3-hidroksimandelik asit, etil ester, di-TMS	1.24±.29	
26	34.559	furan, 2-[(metiltio)metil]-	0.99±0.11	kahvemsi, kuvvetli hardal, sarımsak, yanık, et, duman-kavrulmuş

Çizelge 4.8.(devam) Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik no.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan± standart sapma (n=3)	Duyuşal Terim*
27	34.822	pirazin, 2,3-dietil-5-metil-	0.82±0.17	küfumsü, findığımsı, etimsi, sebze, kavrulmuş fındık, kızarmış ekmek, patates, kakao, toprağımsı
28	34.936	4-etil-2,5,6-trimetilprimidin	1.46±0.06	findığımsı, patlamış mısır, kavrulmuş
29	35.374	etanon, 1-(2-furanil)-	1.98±0.10	meyvemsı, tatlı, karamelimsi
30	35.774	1-(2-furil)-2-propanon	0.91±0.05	karamelimsi, meyvemsı, baharatımsı, tatlı
31	36.054	9H-pirol[3',4':3,4]pirol[2,1-a]fitalazin-9,11(10H)-dion,10-etil-8-fenil	0.73±0.05	
32	36.135	pirazin, 2-metoksi-3-isobutil-	0.06±0.10	yeşil
33	36.260	2-furanmetanol, asetat	9.04±0.92	meyvemsı, tatlı, muzumsu
34	36.437	benzaldehit	1.43±0.09	badem
35	36.918	2-aminosiklopenteno[e]piridin	0.22±0.02	
36	37.695	tanımlanamayan bileşen	0.07±0.12	
37	38.283	5-metil furfural	10.99±0.60	karamelimsi, tatlı, ekmeğımsı, kahve benzeri
38	38.763	2-furanmetanol, propanoat	0.85±0.04	meyvemsı, tatlı, yeşil muz, yağlı, kahve, baharatımsı
39	39.074	2,2'-bifuran	0.69±0.04	aromatik, ilacımsı, kamfor
40	39.421	furan, 2,2'-metilenbis-	1.95±0.09	acı, keklik üzümü
41	39.775	1,1-bis[4-(dimetilaminofenil)]-5-(dimetilamino)-isobenzofuran-3-on	0.27±0.24	
42	40.051	tanımlanamayan bileşen	0.61±0.07	
43	40.221	tanımlanamayan bileşen	0.99±0.58	
44	40.547	1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil	1.78±0.23	kahve
45	41.107	tanımlanamayan bileşen	0.47±0.14	
46	41.314	2-furanmetanol	2.50±0.30	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
47	41.599	tanımlanamayan bileşen	0.39±0.15	
48	41.804	etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-	1.16±0.14	toprağımsı
49	42.170	furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil-	0.66±0.05	Meyanköku benzeri
50	42.490	benzenamin, 2-metoksi-	0.37±0.04	balığımsı, amin benzeri

Çizelge 4.8.(devam) Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuusal terim karşılıkları

Pik no.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan± standart sapma (n=3)	Duyusal Terim*
51	42.570	7-kloro-2,3-dihidro-3-(4-N,N-dimetilaminobenzilidene)-5-fenil-1H-1,4-benzodiazepin-2-on	0.12±0.11	valium etken maddesi
52	42.667	bütanoik asit, 3-metil-, 2-furanilmetil ester	0.18±0.16	ekşimiş, eterimsi
53	43.069	tanımlanamayan bileşen	0.41±0.04	
54	43.388	2-tiyofenkarboksaldehit	0.23±0.22	tatlı, badem, meyvemsi, fındığımsı, kirazımsı
55	43.873	pirazin	0.29±0.25	fındığımsı, yakıcı, tatlı mısır benzeri, kavrulmuş fındık kabuğu
56	44.022	oksim, metoksi-fenil	2.64±1.20	çiçeğımsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı
57	44.673	tanımlanamayan bileşen	0.08±0.14	
58	44.799	benzen, 1-isosiyano-4-metil-	0.50±0.10	badem
59	45.188	2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan (kahveofuran)	3.44±0.28	kahvemsi, dumanımsı
60	46.624	metilsalisilat	0.18±0.16	nane, tatlı, fenolik
61	47.680	tanımlanamayan bileşen	0.63±0.04	
62	48.086	1H-pirol, 1-(2-furanilmetil)-(furfuril pirol)	4.06±0.30	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu meyvemsi, kahve
63	49.285	fenol, 2-metoksi (Guaiakol)	0.43±0.04	fenolik, ilacımsı, plastik (rio lezzeti)
64	50.732	tanımlanamayan bileşen	0.53±0.06	
65	52.618	tanımlanamayan bileşen	0.54±0.16	
66	53.443	tanımlanamayan bileşen	0.17±0.14	
67	55.161	4-etil-2-metoksifenol	0.53±0.13	fenolik, baharatımsı, karanfilimsi, ilacımsı, odunumsu, hafif vanilya
68	60.614	2-metoksi-4-vinilfenol	2.00±0.08	balsamik, karanfil, fenolik, odun, duman, biber

* Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007, Surburg and Panten, 2006; Schenker, 2002; Maeztu et al., 2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.9. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı

Bileşen grubu	Bileşen grubu % alan	Bileşen adedi
tanımlanamayan bileşen	5.72	14
pirazin	22.75	14
furan	48.16	16
pirol	7.40	4
fenol	4.19	4
oksim	2.64	1
piridin	1.71	2
ester	1.61	3
primidin	1.46	1
aldehit	1.43	1
benzen türevi	1.25	3
piridazin	1.10	2
alkaloid	0.24	1
tiyofen	0.23	1
keton	0.12	1

Çizelge 4.8 ve 4.9'dan görüldüğü gibi piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinden DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak gerçekleştirilen izolasyon yöntemiyle toplam 68 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen uçucu bileşenlerden toplam alanın % 5.72'sine karşılık gelen 14 adet bileşen tanımlanamamıştır.

Türk kahvesi örneklerinden CAR/PDMS fiber kullanılarak uygulanan HS/SPME yöntemi ile izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları Çizelge 4.10'da, söz konusu uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik no.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan± standart sapma (n=3)	Duyuşal Terim*
1	8.560	furan, 2-metil	0.73±0.21	çikolata, karamel, badem, fındığımsı, meyan kökü
2	9.758	tanımlanamayan bileşen	0.35±0.28	
3	10.874	2,5-dimetilfuran	0.06±0.06	kimyasal, eterimsi, etimsi
4	14.297	toluen	0.09±0.14	tatlı, keskin
5	14.628	2,3-pentandion	1.60±0.14	Yağlı, tostumsu
6	15.279	2-vinilfuran	0.62±0.22	
7	15.548	tanımlanamayan bileşen	0.11±0.09	
8	16.211	tiyofen, 2-metil-	0.16±0.27	kükürdümsü, soğan, sarımsak, kavrulmuş, yeşil, kül
9	18.000	tanımlanamayan bileşen	0.74±0.04	
10	18.451	1H-pirol, 1-metil-	2.01±0.09	tatlı, sıcak, fındığımsı, eterimsi, is, odunumsu
11	18.800	fenol, 3-metil-	2.04±0.36	fenolik
12	20.412	1H-pirol, 1-etil-	0.64±0.14	yanık
13	20.630	tanımlanamayan bileşen	0.14±0.24	
14	21.063	piridin	5.22±0.52	is, balığımsı, amin benzeri
15	21.435	2-(2-propenil)-furan	0.16±0.28	
16	22.178	pirazin	0.68±0.18	fındığımsı, yakıcı, tatlı mısır benzeri , kavrulmuş fındık kabuğu
17	22.909	furan, 2-(metoksimetil)-	0.58±0.17	kavrulmuş kahve
18	23.052	tanımlanamayan bileşen	0.28±0.24	
19	23.544	tanımlanamayan bileşen	0.17±0.15	
20	24.493	tanımlanamayan bileşen	0.18±0.16	
21	24.784	pirazin, metil-	6.51±0.22	fındığımsı, kavrulmuş, kakao, patlamış mısır
22	25.367	4-metiltiazol	0.38±0.34	fındığımsı, yeşil, sebze, etimsi, soğan, sarımsak
23	27.430	pirazin, 2,5-dimetil-	1.96±0.15	çikolata, kavrulmuş fındık, toprağımsı
24	27.699	pirazin, 2,6-dimetil-	1.79±0.19	Kahve, çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
25	27.939	pirazin, etil-	2.92±0.19	fındığımsı, kahve, kakao, kavrulmuş, fermente, küfümsü, çikolata-yerfistiğı
26	28.099	tanımlanamayan bileşen	0.26±0.28	
27	28.568	pirazin, 2,3-dimetil -	0.65±0.06	küfümsü, fındık iç kabuğu, kakao tozumsu, kavrulmuş kahve, ekmeğımsi
28	30.242	pirazin, 2-etil-6-metil-	2.50±0.27	kimyon, kavrulmuş, meyvemsi-çiçeğımsi
29	30.580	pirazin, 2-etil-5-metil-	1.34±0.12	fındığımsı, kavrulmuş, hafif çimenimsi, kimyon
30	31.152	pirazin, 2-etil-3-metil-	1.73±0.15	patates, yanık, fındığımsı, kavrulmuş, tahıl, toprağımsı

Çizelge 4.10.(devam) Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuusal terim karşılıkları

Pik no.	T _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan± standart sapma (n=3)	Duyusal Terim*
31	32.380	pirazin, 2,6-dietil-	0.65±0.04	çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
32	32.574	tanımlanamayan bileşen	0.69±0.09	
33	32.849	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	1.81±0.15	kavrulmuş fındığımsı
34	33.472	furfural	20.80±0.77	tatlı, odunumsu, ekmeğimsi, fındığımsı, yanık, yakıcı, karamelimsi, badem
35	33.605	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	0.60±0.06	kavrulmuş fındığımsı
36	34.209	tanımlanamayan bileşen	0.81±0.40	
37	34.518	furan, 2-[(metiltio)metil]-	0.78±0.18	kahvems, kuvvetli hardal, sarımsak, yanık, et, duman-kavrulmuş
38	34.822	pirazin, 2,3-dietil-5-metil-	0.36±0.05	küfömsü, fındığımsı, etims, sebze, kavrulmuş fındık, kızarmış ekmek, patates, kakao, toprağımsı
39	34.936	4-etil-2,5,6-trimetilprimidin	0.70±0.15	fındığımsı, patlamış mısır, kavrulmuş
40	35.381	etanon, 1-(2-furanil)-	2.42±0.07	meyvems, tatlı, karamelimsi
41	35.558	tanımlanamayan bileşen	0.28±0.02	
42	35.781	1-(2-furil)-2-propanon	0.52±0.06	karamelimsi, meyvems, baharatımsı, tatlı
43	36.057	9H-pirol[3',4':3,4]pirol[2,1-a]fitalazin-9,11(10H)-dion,10-etil-8-fenil	0.38±0.07	
44	36.152	tanımlanamayan bileşen	0.04±0.07	
45	36.255	2-furanmetanol, asetat	6.79±1.26	meyvems, tatlı, muzumsu
46	36.422	benzaldehit	0.92±0.11	badem
47	38.290	5-metilfurfural	10.91±0.98	karamelimsi, tatlı, ekmeğimsi, kahve benzeri
48	38.764	2-furanmetanol, propanoat	0.33±0.08	meyvems, tatlı, yeşil muz, yağlı, kahve, baharatımsı
49	38.884	protoanemonine	0.06±0.11	acı
50	39.073	2,2'-bifuran	0.30±0.04	aromatik, ilacımsı, kamfor
51	39.423	furan, 2,2'-metilenbis-	0.70±0.07	acı, keklik üzümü
52	39.776	tanımlanamayan bileşen	0.15±0.13	
53	40.044	tanımlanamayan bileşen	0.33±0.02	
54	40.222	silandiol, dimetil	0.62±0.55	
55	40.547	1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil	1.25±0.16	kahve
56	41.319	2-furanmetanol	3.57±0.15	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve

Çizelge 4.10.(devam) Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Pik no.	T _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan± standart sapma (n=3)	Duyuşal Terim*
57	41.795	etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-	0.57±0.12	toprağımsı
58	43.068	tanımlanamayan bileşen	0.23±0.03	
59	43.376	2-tiyofenkarboksaldehit	0.26±0.05	tatlı, badem, meyvemsi, fındığımsı, kirazımsı
60	43.868	pirazin	0.17±0.15	fındığımsı, yakıcı, tatlı mısır benzeri, kavrulmuş fındık kabuğu
61	44.017	oksim, metoksi-fenil	2.51±2.35	çiçeğımsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı
62	45.183	2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan (kahveofuran)	1.30±0.20	kahvemsi, dumanımsı
63	47.676	tanımlanamayan bileşen	0.09±0.15	
64	48.080	1H-pirol, 1-(2-furanilmetil)- (furfuril pirol)	1.11±0.19	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu meyvemsi, kahve
65	49.281	fenol, 2-metoksi- (Guaiaiol)	0.25±0.02	fenolik, ilacımsı, plastik (rio lezzeti)
66	52.618	tanımlanamayan bileşen	0.10±0.17	
67	55.830	tanımlanamayan bileşen	0.09±0.16	

* Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007, Surburg and Panten, 2006; Schenker, 2002; Maeztu et al.2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.11. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde CAR/ PDMS fiber kullanılarak HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı

Bileşen grubu	Bileşen grubu % alan	Bileşen adedi
tanımlanamayan bileşen	5.04	18
pirazin	23.65	14
furan	51.73	18
piridin	5.22	1
pirol	4.46	4
oksim	2.51	1
fenol	2.29	2
keton	1.60	1
aldehit	0.92	1
primidin	0.70	1
alkol	0.62	1
tiyofen	0.42	2
piridazin	0.38	1
tiyazol	0.38	1
benzen türevi	0.09	1

Çizelge 4.10 ve 4.11’den görüldüğü gibi piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinden PDMS/CAR fiber kullanılarak gerçekleştirilen izolasyon yöntemiyle toplam 67 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen uçucu bileşenlerden toplam alanın % 5.04’üne karşılık gelen 18 adet bileşen tanımlanamamıştır.

4.2.3. Sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu yöntemine ait bulgular

Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneklerinden sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu yöntemi ile izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyusal terim karşılıkları Çizelge 4.12’de, söz konusu uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.12. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu/
GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuusal terim karşılıkları

Pik No.	t _R (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan $\pm$ standart sapma ($n=3$)	Duyusal Terim*
1	9.080	oktan	13.21 $\pm$ 3.88	gazyağı benzeri
2	10.963	tanımlanamayan bileşen	4.15 $\pm$ 7.18	
3	11.295	nonane	9.02 $\pm$ 8.01	gazyağı benzeri
4	12.614	heptan	4.14 $\pm$ 1.04	tatlı, eterimsi
5	14.192	dekan	8.11 $\pm$ 2.34	
6	15.101	2-pentanon, 4-metil-	5.92 $\pm$ 1.74	yeşil, baharatımsı, meyvemsi, eterimsi
7	16.081	1-deken	0.21 $\pm$ 0.37	
8	16.444	toluen	2.02 $\pm$ 3.50	tatlı, keskin
9	16.862	toluen	5.79 $\pm$ 5.06	tatlı, keskin
10	23.102	dodekan	3.17 $\pm$ 0.70	alkan
11	25.367	1-dodeken	2.61 $\pm$ 0.41	
12	30.734	1-hegzanol	3.14 $\pm$ 0.87	baharatımsı, yakıcı, yeşil, meyvemsi
13	32.381	tetradekan	3.47 $\pm$ 0.96	mumsu
14	34.579	1-tetradeken	3.31 $\pm$ 1.02	
15	39.028	2-furanmetanol, asetat	0.48 $\pm$ 0.83	meyvemsi, tatlı, muzumsu
16	40.989	hegzadekan	2.52 $\pm$ 0.90	mumsu
17	41.157	5-metilfurfural	1.95 $\pm$ 1.71	karamelimsi, tatlı, ekmeğimsi, kahve benzeri
18	43.061	1-hegzadeken	2.09 $\pm$ 1.83	
19	44.107	2-furanmetanol (furfuril alkol)	1.51 $\pm$ 1.31	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
20	48.810	oktadekan	0.27 $\pm$ 0.46	
21	49.525	dodekanoik asit, metil ester	0.32 $\pm$ 0.55	misk
22	50.751	1-oktadeken	0.32 $\pm$ 0.55	
23	55.955	tanımlanamayan bileşen	0.64 $\pm$ 1.10	
24	56.818	tetradekanoik asit, metil ester	0.64 $\pm$ 1.10	Yağlı, mumsu
25	64.216	hegzadekanoik asit, metil ester	7.23 $\pm$ 4.23	Yağlı, mumsu
26	70.621	1,3,4,6,7,8-hegzahidro-4,6,6,7,8,8-hegzametilsiklopenta(G)-2-benzopiran	2.07 $\pm$ 3.59	Misk
27	72.975	dietilfitalat	1.06 $\pm$ 1.84	Çok hafif aromatik koku
28	74.796	heptadekanoik asit, 16-metil-	0.80 $\pm$ 1.38	
29	76.510	9-oktadekanoik asit, metil ester	9.84 $\pm$ 5.84	Yağlı, mumsu

*Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Kendirci, 2008; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007; Surburg and Panten, 2006; Schenker, 2002; Maeztu et al., 2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.13. Piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinde sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu/ GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı

Bileşen grubu	Bileşen grubu % alan	Bileşen adedi
tanımlanamayan bileşen	4.79	2
alkan	43.91	8
ester	19.09	5
alken	8.54	5
benzen türevi	7.81	2
keton	5.92	1
furan	3.94	3
alkol	3.14	1
benzopiran	2.07	1
asitler	0.80	1

Çizelge 4.12 ve 4.13'ten görüldüğü gibi piyasadan temin edilen Türk kahvesi örneğinden sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu yöntemiyle toplam 29 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen uçucu bileşenlerden toplam alanın % 4.79'una karşılık gelen 2 adet bileşen tanımlanamamıştır.

4.2.4. Türk kahvesinin uçucu bileşenlerinin izolasyonu için yöntem seçimi bulgularının değerlendirilmesi

Türk kahvesinin uçucu bileşenlerinin izolasyonu için en uygun yöntemin seçiminde Bölüm 4.2.1, 4.2.2 ve 4.2.3'te bulguları verilen manuel tepeboşluğu, manuel HS, HS/SPME ve sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu yöntemlerinin sonuçları izole edilen uçucu bileşen sayıları, tanımlanamayan bileşen oranları, farklı bileşik gruplarına duyarlılıkları ve lezzet profili analizi ile uyumlulukları açısından değerlendirilmiştir. İzolasyon yöntemlerinden alınan sonuçlara göre en çok sayıda uçucu bileşen izole edilen, tanımlanamayan bileşen yüzdesinin en düşük olduğu ve en geniş bileşen gruplarına duyarlı olan yöntemlerin DVB/CAR/PDMS ve CAR/PDMS fiber kullanılan HS/SPME yöntemi olduğu saptanmıştır. Gerçekleştirilen lezzet profili analizi denemelerinde Türk kahvesi örneklerinde Çizelge 3.3'te görüldüğü gibi baharatımsı, zencefil, tarçınımı, karanfilimsi, kömürümsü, is, külümsü, kavrulmuş, yanık, leblebimsi, fındığımsı, odunumsu,

samanımsı, toprağımsı, çikolata, acı, ekşi, ilacımsı, buruk, tatlımsı, çiçeğımsi, karamelimsi, yeşil, çürük, lastiğımsi, yakıcı, tuzlu ve yavan karakterler saptanmıştır. Uygulanan izolasyon yöntemlerinden lezzet profili analizi ile en uyumlu sonuçları veren yöntemin DVB/CAR/PDMS fiber kullanılan HS/SPME yöntemi olduğu belirlenmiştir ve çalışmada Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin izolasyonu için bu yöntemin kullanılmasına karar verilmiştir.

4.3. Türk Kahvesinin Lezzet Bileşenlerinin Saptanması İle İlgili Bulgular

4.3.1. Farklı derecelerde kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinin lezzet bileşenlerinin GC/MS ile saptanması ile ilgili bulgular

Çalışmada hafif, orta ve çok olmak üzere üç farklı derecede kavrulan kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinden DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak HS/SPME yöntemi ile izole edilen ve GC/MS analizi ile elde edilen kromatogramlar (Ek 8-10) kullanılarak saptanan uçucu bileşenler ve bu bileşenlere ait alan yüzdeleri ve literatürden elde edilen duyuşal terim karşılıkları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Kovats İndeksi	Uçucu Bileşen	Alan % $\pm$ standart sapma ($n=3$)			Duyuşal Terim*
		Hafif	Orta	Çok	
947	bütanal, 2-metil-	0.61 $\pm$ 0.11	0.28 $\pm$ 0.04	0.16 $\pm$ 0.06	çikolata, karamel, fındığımsı, kahvemsi, küfümsü
1076	2,3-pentanedion	1.18 $\pm$ 0.05	1.09 $\pm$ 0.21	0.72 $\pm$ 0.13	yağı, tostumsu
1087	2-vinilfuran	0.62 $\pm$ 0.24	0.79 $\pm$ 0.34	0.74 $\pm$ 0.02	
1094	hegzanal	0.09 $\pm$ 0.13			yeşil, yağı, fındığımsı
1144	1H-pirol, 1-metil-	0.41 $\pm$ 0.22	0.41 $\pm$ 0.21	0.24 $\pm$ 0.01	tatlı, sıcak, fındığımsı, eterimsi, is,odunumsu
1153	2-vinil-5-metil-furan	1.06 $\pm$ 0.28	1.27 $\pm$ 0.14	0.46 $\pm$ 0.11	
1221	dl-limonen	0.07 $\pm$ 0.09	0.08 $\pm$ 0.07	0.01 $\pm$ 0.01	narenciye, baharat, terpen, kamfor
1226	piridin	1.45 $\pm$ 0.24	1.60 $\pm$ 0.40	2.03 $\pm$ 0.23	is, amin benzeri
1309	pirazin, metil-	4.16 $\pm$ 0.07	3.44 $\pm$ 0.13	2.55 $\pm$ 0.33	fındığımsı, kavrulmuş, kakao, patlamış mısır
1316	trans-2-metil-n-propenil furan			0.12 $\pm$ 0.17	
1365	pirazin, 2,5-dimetil-	2.27 $\pm$ 0.10	1.85 $\pm$ 0.06	1.34 $\pm$ 0.22	çikolata, kavrulmuş fındık, toprağımsı
1371	pirazin, 2,6-dimetil-	2.01 $\pm$ 0.07	1.66 $\pm$ 0.03	1.25 $\pm$ 0.17	kahve, çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates

Çizelge 4.14.(devam) Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Kovats İndeksi	Uçucu Bileşen	Alan % $\pm$ standart sapma ($n=3$)			Duyuşal Terim*
		Hafif	Orta	Çok	
1374	pirazin, etil-	3.51 $\pm$ 0.10	2.90 $\pm$ 0.08	2.27 $\pm$ 0.33	findığımsı, kahve, kakao, kavrulmuş, fermente, küfümsü, çikolata-yerfistiği
1391	pirazin, 2,3-dimetil-	0.63 $\pm$ 0.01	0.55 $\pm$ 0.01	0.35 $\pm$ 0.06	küfümsü, findık iç kabuğu, kakao tozumsu, kavrulmuş kahve, ekmeğimsi
1424	pirazin, 2-etil-6-metil-	4.48 $\pm$ 0.25	3.77 $\pm$ 0.19	3.04 $\pm$ 0.44	kimyon, kavrulmuş, meyvemsi-çiçeğimsi, toprağımsı
1432	pirazin, 2-etil-5-metil-	2.63 $\pm$ 0.17	2.15 $\pm$ 0.11	1.70 $\pm$ 0.22	findığımsı, kavrulmuş, hafif çimenimsi, kimyon
1445	pirazin, 2-etil-3-metil-	3.01 $\pm$ 0.12	2.52 $\pm$ 0.08	1.98 $\pm$ 0.24	patates, yanık, findığımsı, kavrulmuş, tahıl, toprağımsı
1470	pirazin, 2,6-dietil-	1.51 $\pm$ 0.11	1.32 $\pm$ 0.07	1.20 $\pm$ 0.13	çikolata, kavrulmuş findık, kızarmış patates
1476	linalooloksit	0.74 $\pm$ 0.09	0.85 $\pm$ 0.13	0.92 $\pm$ 0.03	çiçeğimsi, hoş, narenciye, terpen, toprağımsı-çiçeğimsi, hafif bergamut benzeri, yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
1482	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	4.80 $\pm$ 0.32	4.06 $\pm$ 0.12	3.47 $\pm$ 0.45	kavrulmuş findığımsı
1499	2-furankarboksaldehit (Furfural)	13.52 $\pm$ 2.06	12.91 $\pm$ 1.58	8.22 $\pm$ 1.80	tatlı, odunumsu, ekmeğimsi, findığımsı, yanık, yakıcı, karamelimsi, badem
1501	pirazin, 2-etil-3,5-dimetil-	0.39 $\pm$ 0.55	0.28 $\pm$ 0.23	0.36 $\pm$ 0.07	çikolata, kavrulmuş findık, kızarmış patates
1508	2-asetil-5-metil furan	0.48 $\pm$ 0.14	0.54 $\pm$ 0.37	0.63 $\pm$ 0.16	findığımsı
1517	furan, 2-[(metiltio)metil]-	1.05 $\pm$ 0.13	1.06 $\pm$ 0.10	1.67 $\pm$ 0.06	kahvemsi, kuvvetli hardal, sarımsak, yanık, et, duman-kavrulmuş
1521	furfuril format			0.20 $\pm$ 0.28	eterimsi
1524	pirazin, 2,3-dietil-5-metil-	1.21 $\pm$ 0.12	1.11 $\pm$ 0.10	1.03 $\pm$ 0.09	küfümsü, findığımsı, etimsi, sebze, kavrulmuş findık, kızarmış ekme, patates, kakao, toprağımsı
1529	pirazin, 3,5-dietil-2-metil-	1.38 $\pm$ 0.11	1.16 $\pm$ 0.05	1.05 $\pm$ 0.13	findığımsı
1544	etanon, 1-(2-furanil)-	2.24 $\pm$ 0.20	2.34 $\pm$ 0.17	2.34 $\pm$ 0.35	meyvemsi, tatlı, karamelimsi
1553	1-(2-furil)-2-propanon	0.64 $\pm$ 0.11	0.67 $\pm$ 0.16	0.91 $\pm$ 0.01	karamelimsi, meyvemsi, baharatımsı, tatlı
1560	pirazin, 2-metoksi-3-(2-metilpropil)-	0.50 $\pm$ 0.01	0.46 $\pm$ 0.01	0.41 $\pm$ 0.03	yeşil

Çizelge 4.14.(devam) Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuusal terim karşılıkları

Kovats İndeksi	Uçucu Bileşen	Alan % $\pm$ standart sapma ($n=3$)			Duyusal Terim*
		Hafif	Orta	Çok	
1565	2-furanmetanol, asetat	9.75 $\pm$ 0.73	10.74 $\pm$ 1.53	14.82 $\pm$ 1.08	meyvemsi, tatlı, muzumsu
1576	linalool	0.89 $\pm$ 0.01	0.82 $\pm$ 0.08	0.54 $\pm$ 0.07	çiçeğimsi, narenciye, portakal, limon, mumsu, aldehit benzeri, odunumsu, tatlımsı-meyvemsi, kişniş tohumu
1580	dimetil-2-vinilpirazin	0.37 $\pm$ 0.11	0.36 $\pm$ 0.08	0.17 $\pm$ 0.24	findığımsı
1614	2-furankarboksaldehit, 5-metil- (5-metil furfural)	9.96 $\pm$ 1.31	11.74 $\pm$ 0.72	11.57 $\pm$ 1.02	karamelimsi, tatlı, ekmeğimsi, kahve benzeri
1624	2-furanmetanol, propanoat	0.79 $\pm$ 0.06	0.89 $\pm$ 0.09	1.28 $\pm$ 0.13	meyvemsi, tatlı, yeşil muz, yağlı, kahve, baharatımsı
1629	2,2'-bifuran	0.63 $\pm$ 0.03	0.64 $\pm$ 0.01	0.55 $\pm$ 0.05	aromatik, ilacımsı, kamfor
1635	furan, 2,2'-metilenbis-	1.73 $\pm$ 0.14	1.89 $\pm$ 0.19	2.83 $\pm$ 0.61	acı, keklik üzümü
1653	1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-etil-		0.19 $\pm$ 0.07	0.36 $\pm$ 0.11	yanık kavrulmuş
1667	1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil-	1.50 $\pm$ 0.17	1.67 $\pm$ 0.14	2.07 $\pm$ 0.01	kahve
1671	tanımlanmayan bileşen	0.59 $\pm$ 0.29	0.56 $\pm$ 0.25	0.62 $\pm$ 0.21	
1677	etanon, 1-(1H-pirol-2-yl)-	0.18 $\pm$ 0.07	0.25 $\pm$ 0.22	0.33 $\pm$ 0.11	findığımsı, tatlı, meyan kökü benzeri
1682	1-(2-furil)-bütan-3-on		0.20 $\pm$ 0.12	0.61 $\pm$ 0.21	baharatımsı, karamel
1692	2-furanmetanol	3.73 $\pm$ 0.20	3.83 $\pm$ 0.21	4.29 $\pm$ 0.15	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve, acı, yakıcı
1700	etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-	0.96 $\pm$ 0.09	1.01 $\pm$ 0.01	1.31 $\pm$ 0.15	toprağımsı
1704	furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil-	0.50 $\pm$ 0.08	0.60 $\pm$ 0.08	1.03 $\pm$ 0.39	meyankökü benzeri
1710	benzenamin, 2-metoksi-		0.33 $\pm$ 0.12	0.37 $\pm$ 0.05	amin benzeri (balığımsı)
1724	furan, 2-(metoksimetil)-	0.48 $\pm$ 0.11	0.50 $\pm$ 0.26	0.86 $\pm$ 0.06	kavrulmuş kahve
1731	2-siklopenten-1-on, 3-etil-2-hidroksi-		0.07 $\pm$ 0.13	0.36 $\pm$ 0.11	kuvvetli karamelimsi akçaağaç (yanık)
1741	2-tiyofenkarboksaldehit		0.05 $\pm$ 0.09	0.06 $\pm$ 0.08	

Çizelge 4.14.(devam) Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde HS/SPME/GC/MS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

Kovats İndeksi	Uçucu Bileşen	Alan % $\pm$ standart sapma ($n=3$)			Duyusal Terim*
		Hafif	Orta	Çok	
1747	pulegon			0.20 $\pm$ 0.28	nane, baharatımsı
1759	pirazin		0.03 $\pm$ 0.05	0.22 $\pm$ 0.31	findığımsı, yakıcı, tatlı mısır benzeri , kavrulmuş fındık kabuğu
1761	tanımlanmayan bileşen		0.10 $\pm$ 0.10	0.35 $\pm$ 0.06	
1765	oksim-, metoksi-fenil-	1.09 $\pm$ 0.23	0.93 $\pm$ 0.34	0.92 $\pm$ 0.12	çiçeğımsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı
1777	2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan	3.86 $\pm$ 0.10	3.40 $\pm$ 0.17	2.55 $\pm$ 0.17	kahve benzeri, dumanımsı
1815	tanımlanmayan bileşen		0.67 $\pm$ 0.20	1.02 $\pm$ 0.42	
1845	furan, 2-etil-	0.38 $\pm$ 0.09	0.56 $\pm$ 0.16	0.73 $\pm$ 0.14	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
1854	pentiltiyofen	0.53 $\pm$ 0.00	0.52 $\pm$ 0.04	0.42 $\pm$ 0.01	meyvemsi, yağlı, etimsi
1864	N-furfuril pirol	2.81 $\pm$ 0.15	3.00 $\pm$ 0.38	3.68 $\pm$ 0.09	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu, meyvemsi, kahve
1900	fenol, 2-metoksi-(Guaiakol)	0.28 $\pm$ 0.21	0.46 $\pm$ 0.06	0.72 $\pm$ 0.24	fenolik, ilacımsı, plastik (rio)
1911	1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil			0.04 $\pm$ 0.06	kahve
1937	1H-pirol, 1-metil-		0.26 $\pm$ 0.12	0.84 $\pm$ 0.14	odunumsu, is
2024	furan, 2,2'-[oksibis(metilen)]bis		0.11 $\pm$ 0.19	0.36 $\pm$ 0.46	salisilat, kahve benzeri
2044	fenol			0.08 $\pm$ 0.11	fenolik
2072	fenol, 4-etil-2-metoksi-	0.49 $\pm$ 0.06	0.56 $\pm$ 0.07	0.85 $\pm$ 0.22	balsamik, karanfil, fenolik, odun, duman, biber
2245	4-vinil-2-metoksi-fenol	1.86 $\pm$ 0.14	1.94 $\pm$ 0.31	1.66 $\pm$ 0.07	karanfilimsi, odunumsu, baharatımsı, duman

* Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007; Surburg and Panten, 2006; Flament, 2002; Schenker, 2002; Maeztu et al.2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.14'te görüldüğü gibi hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinde sırasıyla 50, 59 ve 64 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. Hafif kavrulmuş kahve örneklerinde toplam pik alanlarına göre % 52.17 furan grubu, % 32.86 pirazin grubu, % 5.85 pirol grubu,

% 2.62 fenol grubu, % 1.45 piridin grubu, % 1.18 keton grubu, % 1.09 oksim grubu, % 0.89 alkol grubu, % 0.70 aldehit grubu, % 0.53 tiyofen grubu ve iz miktarda terpen grubu bileşen saptanmış ve % 0.59 alana karşılık gelen bileşen tanımlanamamıştır.

Orta kavrulmuş kahve örneklerinde toplam pik alanlarına göre % 55.53 furan grubu, % 27.62 pirazin grubu, % 6.79 pirol grubu, % 2.96 fenol grubu, % 1.60 piridin grubu, % 1.16 keton grubu, % 0.93 oksim grubu, % 0.82 alkol grubu, % 0.28 aldehit grubu, % 0.57 tiyofen grubu, % 0.33 benzen grubu ve iz miktarda terpen grubu bileşen saptanmış ve % 1.33 alana karşılık gelen bileşen tanımlanamamıştır.

Çok kavrulmuş kahve örneklerinde toplam pik alanlarına göre % 57.69 furan grubu, % 22.38 pirazin grubu, % 8.86 pirol grubu, % 3.31 fenol grubu, % 2.03 piridin grubu, % 1.27 keton grubu, % 0.92 oksim grubu, % 0.54 alkol grubu, % 0.16 aldehit grubu, % 0.48 tiyofen grubu, % 0.37 benzen grubu ve iz miktarda terpen grubu bileşen saptanmış ve % 1.99 alana karşılık gelen bileşen tanımlanamamıştır.

Örneklerde saptanan ve yukarıda belirtilen bileşen gruplarının alan yüzdeleri incelendiğinde kavurma derecesi arttıkça furan, pirol, fenol, piridin, keton grubu bileşenlerin oranlarının arttığı, pirazin, oksim, alkol ve aldehit grubu bileşenlerin oranlarının ise azaldığı saptanmıştır.

Çizelge 4.14'ten hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve örneklerinde bulunan ortak bileşenlerin;

- bütanal, 2-metil-
- 2,3-pentandion
- 2-vinilfuran
- 1H-pirol, 1-metil-
- 2-vinil-5-metil-furan
- dl-limonen
- piridin
- pirazin, metil-

- pirazin, 2,5-dimetil-
- pirazin, 2,6-dimetil-
- pirazin, etil-
- pirazin, 2,3-dimetil-
- pirazin, 2-etil-6-metil-
- pirazin, 2-etil-5-metil-
- pirazin, 2-etil-3-metil-
- pirazin, 2,6-dietil-
- linalooloksit
- pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-
- 2-furankarboksaldehit (Furfural)
- pirazin, 2-etil-3,5-dimetil-
- 2-asetil-5-metil furan
- furan, 2-[(metiltio)metil]-
- pirazin, 2,3-dietil-5-metil-
- pirazin, 3,5-dietil-2-metil-
- etanon, 1-(2-furanil)-
- 1-(2-furil)-2-propanon
- pirazin, 2-metoksi-3-(2-metilpropil)-
- 2-furanmetanol, asetat
- linalool
- dimetil-2-vinilpirazin
- 2-furankarboksaldehit, 5-metil- (5-metil furfural)
- 2-furanmetanol, propanoat
- 2,2'-bifuran

- furan, 2,2'-metilenbis-
- 1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil-
- etanon, 1-(1H-pirol-2-yl)-
- 2-furanmetanol
- etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-
- furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil-
- furan, 2-(metoksimetil)-
- oksim-, metoksi-fenil-
- 2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan
- furan, 2-etil-
- pentiltiyofen
- N-furfuril pirol
- fenol, 2-metoksi- (Guaiakol)
- fenol, 4-etil-2-metoksi-
- 4-vinil-2-metoksi-fenol

olduğu görülmektedir.

Hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve örneklerinde belirlenen söz konusu ortak bileşenlerin incelenmesi sonucunda, bütanal, 2-metil-; pirazin, metil-; pirazin, 2,5-dimetil-; pirazin, 2,6-dimetil-; pirazin, etil-; pirazin, 2,3-dimetil-; pirazin, 2-etil-6-metil-; pirazin, 2-etil-5-metil-; pirazin, 2-etil-3-metil-; pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-; pirazin, 2-metoksi-3-(2-metilpropil)-; 2,3-dihidro-6-metiltieno [2,3c]furan bileşenleri açısından hafif, orta ve çok kavrulmuş tüm örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Ek 11).

2,3-pentandion; 2-vinil-5-metilfuran; 2-furankarboksaldehit; furan, 2-[(metiltio)metil]-; 1-(2-Furil)-2-propanon; 2-Furanmetanol, asetat; linalool L; 2-furanmetanol, propanoat; 2,2'-bifuran; furan, 2,2'-metilenbis-; 1H-pirol-2-karboksaldehit-1-metil-; 2-furanmetanol; etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-; furan 2-(2-furanilmetil)-5-metil-; furan, 2-(metoksimetil)-; pentiltiyofen; N-furfuril

pirol; fenol, 4-etil-2-metoksi- bileşenleri açısından ise hafif ve orta kavrulmuş kahve örnekleri arasında istatistiksel fark bulunmazken bu örneklerle çok kavrulmuş kahve örnekleri arasında farklılık saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 11).

Pirazin, 2,6-dietil-; pirazin, 3,5-dietil-2-metil- ve 2-furankarboksaldehit, 5-metil- bileşenleri açısından ise orta ve çok kavrulmuş kahve örnekleri arasında istatistiksel fark bulunmazken bu örneklerle hafif kavrulmuş kahve örnekleri arasında fark bulunduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 11.)

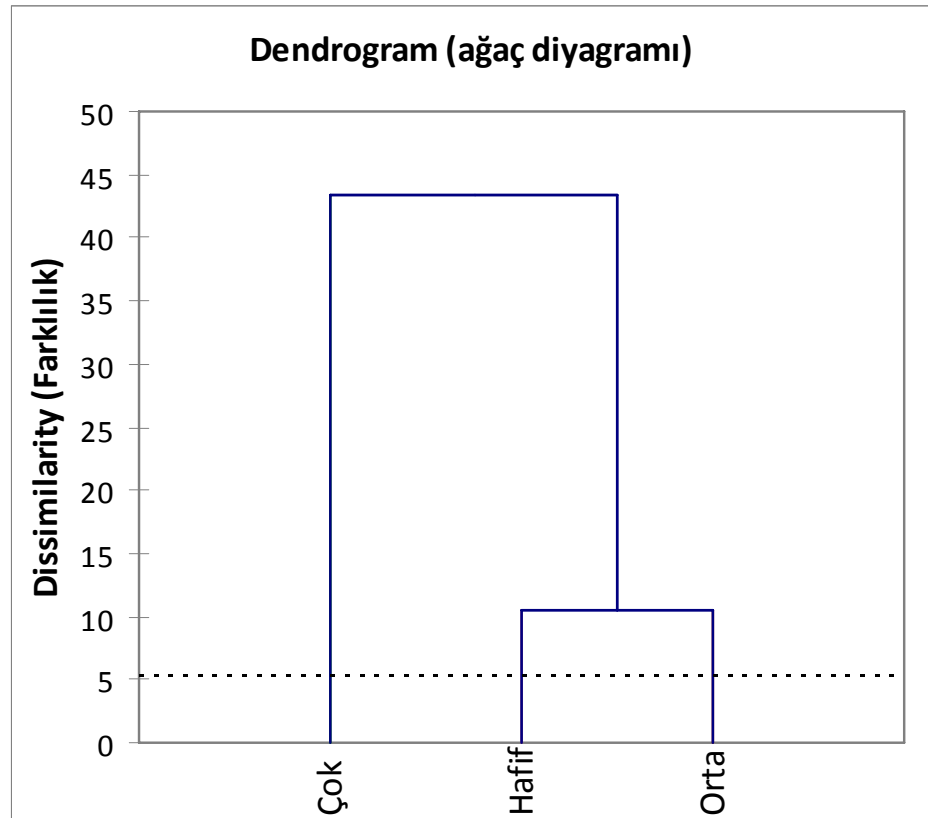
2-vinilfuran; 1H-pirol, 1-metil-; dl-limonen; pirazin 2-etil-3,5-dimetil-; 2-asetil-5-metilfuran; etanon, 1-(2-furanil)-; dimetil-2-vinilpirazin; etanon, 1-(1H-pirol-2-yl)-; oksim-, metoksi-fenil- ve 4-vinil-2-metoksi-fenol açısından hafif, orta ve çok kavrulmuş örnekler için istatistiksel olarak farklılık bulunmadığı saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 11).

Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahveleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla örneklerde belirlenen uçucu bileşenlerin toplam % alan olarak yaklaşık 85'ine karşılık gelen 27 adet ortak uçucu bileşen kullanılarak Cluster analizi ve Temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır. Söz konusu 27 adet ortak uçucu bileşen aşağıda listelenmiştir:

- 2,3-pentandion
- 2-vinil-5-metil-furan
- piridin
- pirazin, metil-
- pirazin, 2,5-dimetil-
- pirazin, 2,6-dimetil-
- pirazine, etil-
- pirazin, 2-etil-6-metil-
- pirazin, 2-etil-5-metil-
- pirazin, 2-etil-3-metil-
- pirazin, 2,6-dietil-
- pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-
- 2-furankarboksaldehit (Furfural)
- furan, 2-[(metiltio)metil]-
- pirazin, 2,3-dietil-5-metil-
- pirazin, 3,5-dietil-2-metil-

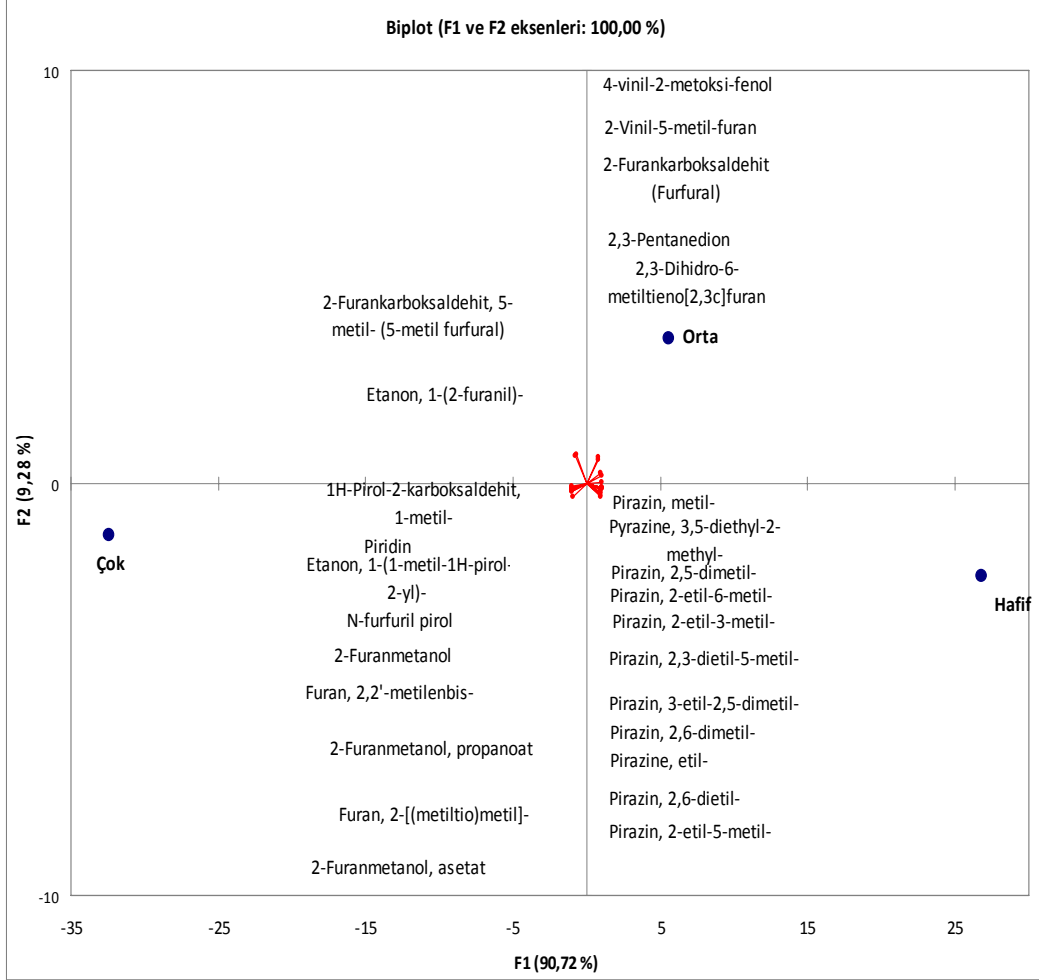
- etanon, 1-(2-furanil)-
- 2-furanmetanol, asetat
- 2-furankarboksaldehit, 5-metil- (5-metil furfural)
- 2-furanmetanol, propanoat
- furan, 2,2'-metilenbis-
- 1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil-
- 2-furanmetanol
- etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-
- 2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan
- N-furfuril pirol
- 4-vinil-2-metoksi-fenol

Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluştuğu saptanmıştır (şekil 4.1). Hafif ve orta kavrulmuş Türk kahvesi örnekleri bir grup oluştururken, çok kavrulmuş Türk kahvesi örnekleri ise ayrı bir grup oluşturmuştur.



şekil 4.1. Türk kahvesi örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine göre Cluster analizi ile gruplandırması

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması için örneklere uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun % 90.72'sini oluşturan F1 ve % 9.28'ini oluşturan F2 olmak üzere 2 temel bileşen elde edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Türk kahvesi örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı

F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagrama göre hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve örneklerinde farklılaşmaya neden olan bileşenler aşağıda listelenmiştir:

Hafif kavrulmuş Türk kahvesinde farklılaşmaya neden olan uçucu bileşenler:

- pirazin, metil-
- pirazin, 3,5-dietil-2-metil-
- pirazin, 2,5-dimetil-
- pirazin, 2-etil-6-metil-

- pirazin, 2-etil-3-metil-
- pirazin, 2,3-dietil-5-metil-
- pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-
- pirazin, 2,6-dimetil-
- pirazin, etil-
- pirazin, 2,6-dietil-
- pirazin, 2-etil-5-metil-

Orta kavrulmuş Türk kahvesinde farklılaşmaya neden olan uçucu bileşenler:

- 4-vinil-2-metoksi fenol
- 2-vinil-5-metil furan
- 2-furankarboksaldehit (furfural)
- 2,3-pentandion
- 2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan

Çok kavrulmuş Türk kahvesinde farklılaşmaya neden olan uçucu bileşenler:

- 1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil-
- piridin
- etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-
- N-furfuril pirol
- 2-furanmetanol
- furan, 2,2'-metilenbis-
- 2-furanmetanol, propanoat
- furan, 2-[(metiltio)metil]-
- 2-furanmetanol, asetat

Literatürde Türk kahvesinin uçucu bileşenlerinin belirlenmesi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak espresso, plunger ve filtre kahvenin uçucu bileşenlerinin saptanması konusunda çeşitli araştırmalar mevcuttur.

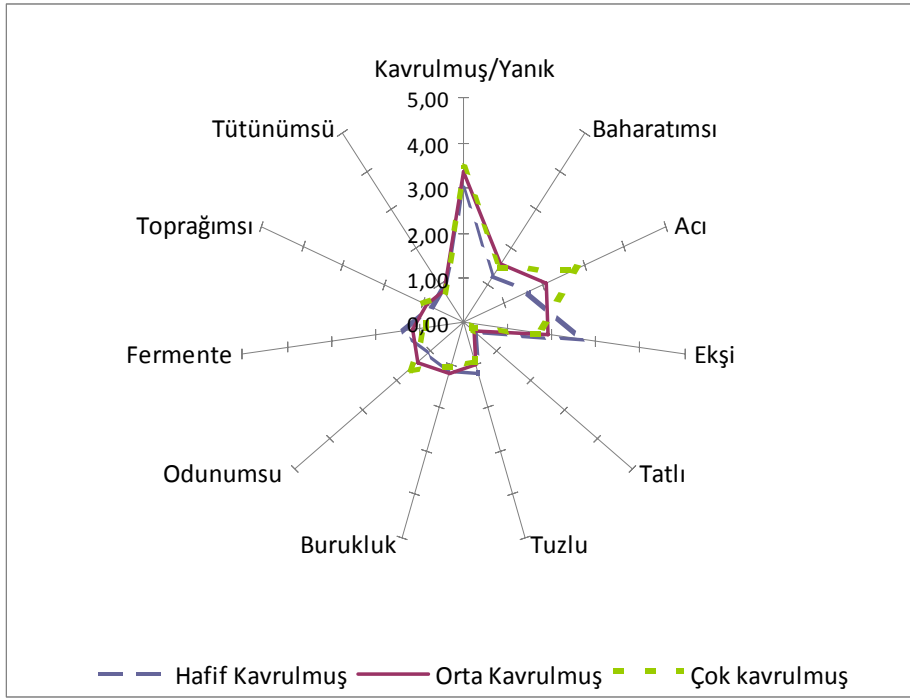
Ayrıntıları bölüm 2.5'te verilen Maeztu et al. (2001) tarafından yapılan çalışmada espresso kahve için önemli uçucu bileşenler arasında yer alan 2-metilbütanal, hegzanal, 2,3-pentandion, 2-etilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, guaiakol (2-metoksifenol); Bicchi et al.(2002) tarafından yapılan çalışmada kaynar suyla hazırlanan kahve örneklerinde saptanan 2,3-pentandion, pirazin, 2-metilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, 3-etil-2,5-dimetilpirazin, 2-furankarboksaldehit, 5-furfurilmetilsülfid, 2-furanmetanolasetat, 5-metilfurfural, 2-furanmetanol, kahveofuran; Rocha et al. (2003) tarafından yapılan espresso ve plunger kahvelerinin uçucu bileşenlerinin belirlendiği çalışmada saptanan 2-metilbütanal, 2,3-pentandion, furfurilasetat, 5-metilfurfural, 2-furfurilfuran, furfurilalkol, 5-metil-2-furfurilfuran, N-furfurilpirol, pirazin, 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, 2-etilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-5-metilpirazin, 3-etil-2,5-dimetilpirazin, piridin, 4-etil-2-metoksifenol, 4-vinil-2-metoksifenil; Akiyama et al. (2008) tarafından taze hazırlanmış filtre kahvede saptanan 2- metilbütanal, 2,3-pentandion, 1-metil-1H-pirol, piridin, limonen, pirazin, 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, 2-etilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-5-metilpirazin, linalooloksit, 3-etil-2,5-dimetilpirazin, 2-furankarboksaldehit, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, 2-((metiltio)metil)furan, furfuril format, 1-(2-furanil)-etanon, 1H-pirol, 1-(2-furanil)-2-propanon, 2-tiyofenkarboksaldehit, furfuril asetat, linalool, 5-metil-2-furankarboksaldehit, furfuril propanoat , 1-metil-1H-pirol-2-karboksaldehit, 2-furanmetanol, 2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3-c]furan, 2-metoksifenol, 1-(1H-pirol-2-yl)-etanon, 2,2-[oksibis(metilen)]bisfuran, fenol, 1H-pirol-2-karboksaldehit, 4-etil-2-metoksifenol bileşikleri hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde saptanan uçucu bileşenler arasında yer almaktadır. Yine aynı çalışmaların sonuçları dikkate alındığında Türk kahvesi örneklerinde tiazol, lakton, indol, oksazol ve asit grubu bileşenlerin saptanmadığı ancak Türk kahvesinin furan, pirazin, pirol ve fenol grubu bileşenler açısından zengin olduğu belirlenmiştir.

4.3.2. Türk kahvesi örneklerine ait LPA bulguları

Hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvelerinde LPA tekniği kullanılarak yapılan duyuusal değerlendirmeler sonucunda kavrulmuş/yanık, baharatımsı, acı, ekşi, tatlı, tuzlu, burukluk, odunumsu, fermente, toprağımsı ve tütünümsü lezzet karakterleri belirlenmiş ve bu karakterlere ait yoğunluk puanları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Söz konusu yoğunluk puanları kullanılarak Türk kahvesi örnekleri için çizilen lezzet profili diagramları ise Şekil 4.3'te verilmektedir.

Çizelge 4.15. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait lezzet profili analizi sonuçları

Lezzet Karakterleri	Yoğunluk Puanı (0-5 Skala)		
	(n=3)		
	Hafif	Orta	Çok
Kavrulmuş/yanık	2.98±0.55	3.35±0.33	3.41±0.38
Baharatımsı	1.24±0.40	1.53±0.12	1.46±0.41
Acı	1.60±0.29	2.06±0.17	2.85±0.04
Ekşi	2.71±0.17	1.88±0.32	1.69±0.18
Tatlı	0.34±0.08	0.32±0.06	0.18±0.08
Tuzlu	1.19±0.11	0.98±0.16	0.92±0.07
Burukluk	1.13±0.37	1.18±0.33	1.01±0.22
Odunumsu	1.02±0.19	1.39±0.04	1.61±0.21
Fermente	1.35±0.13	1.15±0.10	0.86±0.08
Toprağımsı	0.84±0.23	0.91±0.13	0.98±0.18
Tütünümsü	0.82±0.10	0.84±0.15	0.80±0.34



Şekil 4.3. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait lezzet profili diagramları.

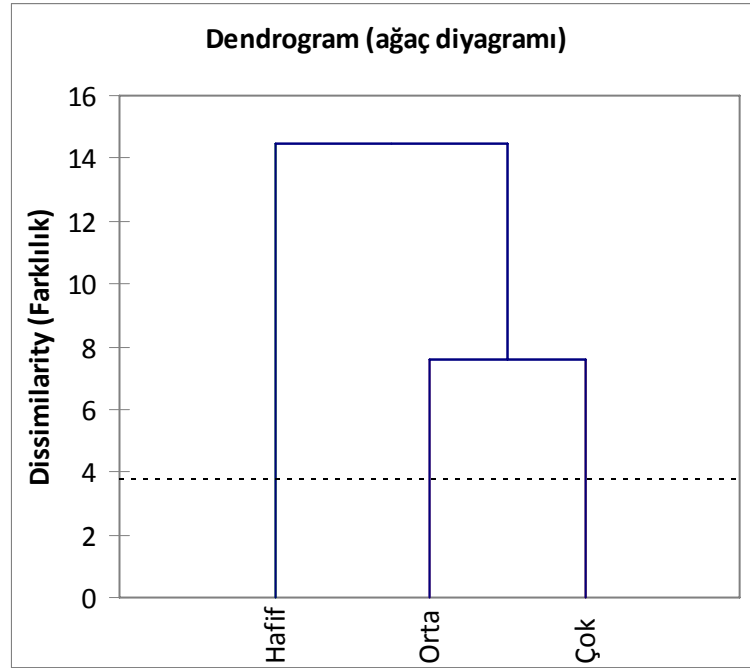
Çizelge 4.15 ve Şekil 4.3'te görüldüğü gibi hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve örneklerinde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri kavrulmuş/yanık karakter olmuştur. Kavrulmuş/yanık karakteri takiben en yoğun olarak algılanan ikinci karakter ise hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde ekşi karakter, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde acı karakter olmuştur.

Kahve örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde acı, ekşi, tatlı, tuzlu, odunumsu ve fermente karakterler açısından örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli fark olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Kavrulmuş/yanık, baharatımsı, burukluk, toprağımsı ve tütünümsü karakterler açısından ise örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı saptanmıştır ($p<0.05$). Söz konusu karakterlerin farklılık derecesi Duncan testi ile değerlendirilmiş ve değerlendirme sonuçlarına göre acılık ve odunumsu karakterlerin en fazla çok kavrulmuş Türk kahvesi örneğinde algılandığı, ekşi, tatlı ve fermente karakterlerin ise en fazla hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde algılandığı saptanmıştır (Ek 12).

LPA kapsamında tüm örneklerde tat sonrası izlenim de değerlendirilmiştir. Buna göre hafif kavrulmuş örneklerde ekşi, hafif buruk, hafif acı, hafif tütünümsü,

hafif yağlılık, hafif tuzlu, kül ve hafif tatlı karakterler; orta kavrulmuş örneklerde tat sonrası izlenimlerde tuzlu, buruk, hafif ekşi, hafif yağlı, hafif acı, tütünömsü, kavrulmuş/yanık, baharatımsı, hafif nohutömsü ve hafif tatlı karakterler algılanırken; çok kavrulmuş örneklerde ise tat sonrası izlenimlerde acı, kavrulmuş/yanık, hafif toprağımsı, hafif tütünömsü, hafif yağlılık, çok hafif ekşi, odunömsü, buruk ve hafif tuzlu karakterler algılanmıştır.

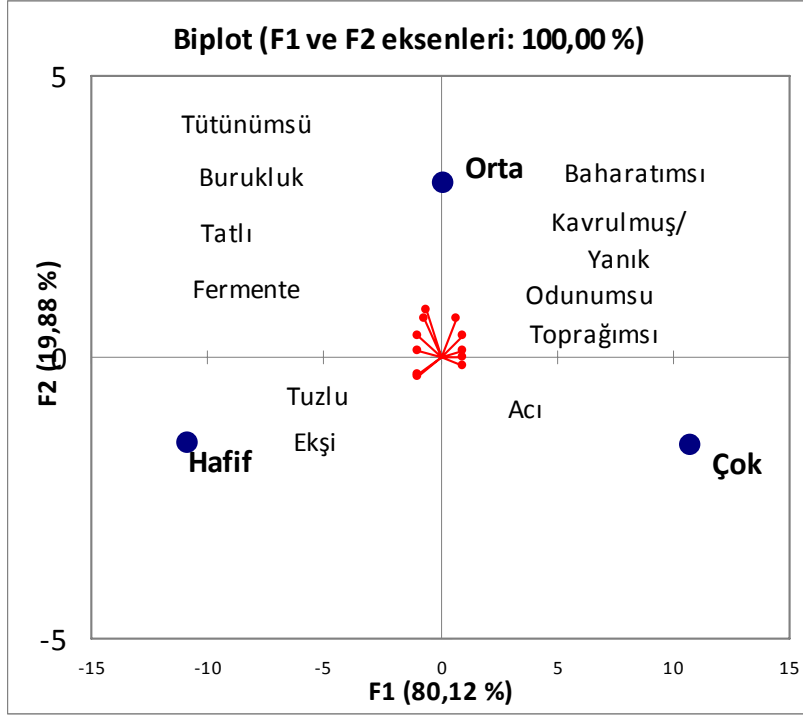
Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahveleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla örneklerde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları kullanılarak Cluster analizi ve Temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluştuğıu saptanmıştır (Şekil 4.4). Orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinin bir grup oluşturduğıu, hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinin ise ayrı bir grup oluşturduğıu saptanmıştır.



Şekil 4.4. Türk kahvesi örneklerinin lezzet karakterlerine göre Cluster analizi ile gruplandırması

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması için örneklere uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun % 80.12'sini oluşturan F1 ve % 19.88'ini oluşturan F2 olmak üzere 2 temel bileşen elde edilmiştir. F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramda görüldüğü gibi hafif kavrulmuş Türk kahvesini diğer kahvelerden ayıran lezzet karakterlerinin ekşi ve tuzlu

olduğu saptanmıştır. Orta kavrulmuş Türk kahvesini diğer kahvelerden ayıran ana lezzet karakterleri baharatımsı, kavrulmuş/yanık, odunumsu ve toprağımsı olarak saptanmıştır ancak Şekil 4.5'te de görüldüğü gibi fermente, tütünümsü, burukluk ve tatlı karakterler de orta kavrulmuş Türk kahvesi için önemli olabilecek lezzet karakterleri arasındadır. Çok kavrulmuş Türk kahvesini diğer kahvelerden ayıran lezzet karakterinin ise acı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Türk kahvesi örneklerinin lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı

Literatürde Türk kahvesinin lezzeti konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır ancak kavrulmuş, öğütülmüş kahve ve farklı kahve içecekleri için yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Bhumiratana et al. (2011), Akiyama et al. (2008) ve Czerny et al. (1999) tarafından yapılan çalışmalarda kahvelerde kavurma derecesi arttıkça yanık/keskin/acı, dumansı, külümsü/kurum benzeri, kahve ve kavrulmuş toprağımsı ve fenolik karakterlerin yoğunluğunun arttığını tatlı/meyvemsi ve asitlik karakterlerinin ise yoğunluklarının azaldığını belirtmiştir. Bu çalışmada da benzer olarak Türk kahvesi örneklerinde kavurma derecesi arttıkça kavrulmuş/yanık, acı, ve toprağımsı karakterlerin yoğunluğunun arttığı tatlı ve ekşi karakterlerinin ise yoğunluklarının azaldığını belirtmiştir. Filtre ve espresso

kahvelerde yapılan çalışmalarda duyuşal olarak algılanan meyvemsi, çiçeğimsi, tereyağımsı karakterleri ise Türk kahvesi örneklerinde algılanmamıştır (Maeztu et al.,2001; Sanz et al., 2002; Lopez-Galilea et al., 2006; Andueza et al. (2002, 2003a, 2003b, 2007, Akiyama et al., 2008)

4.4. Türk Kahvesi Örneklerinde Saptanan Uçucu Lezzet Bileşenleri ve Algılanan Lezzet Karakterleri ile İlgili Bulgularının Değerlendirilmesi

Hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinde saptanan uçucu lezzet bileşenleri, bu bileşenlere ait literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve uygulanan LPA sonucunda belirlenen lezzet karakterlerinin karşılaştırması Çizelge 4.16’da verilmektedir.

Çizelge 4.16. Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde saptanan uçucu bileşenler, uçucu bileşenlere ait literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve LPA sonucunda belirlenen lezzet karakterleri

Bileşen grubu	Uçucu bileşen	Uçucu bileşene ait literatürden bulunan duyuşal terim karşılığı*	LPA lezzet karakteri karşılığı
Furan	2-vinilfuran		
	2-vinil-5-metilfuran		
	trans-2-metil-n-propenil furan		
	linalool oksit	çiçeğimsi, hoş, narenciye, terpen, toprağimsi-çiçeğimsi, hafif bergamut benzeri, yanık, tatlı, karamelimsi, kahve	kavrulmuş/yanık, tatlı
	2-furankarboksaldehit (Furfural)	tatlı, odunumsu, ekmeğimsi, fındığimsi, yanık, yakıcı, karamelimsi, badem	kavrulmuş/yanık, odunumsu, tatlı
	2-asetil-5-metilfuran	fındığimsi	kavrulmuş/yanık
	furan, 2-[(metiltio)metil]-	kahvems, kuvvetli hardal, sarımsak, yanık, et, duman-kavrulmuş	kavrulmuş/yanık
	furfuril format	eterimsi	
	etanon, 1-(2-furanil)-	meyvems, tatlı, karamelimsi	tatlı, kavrulmuş/yanık
	1-(2-furil)-2-propanon	karamelims, meyvems, baharatıms, tatlı	kavrulmuş/yanık, baharatıms, tatlı
	2-furanmetanol, asetat	meyvems, tatlı, muzumsu	
	2-furankarboksaldehit, 5-metil-	karamelims, tatlı, ekmeğims, kahve benzeri	kavrulmuş/yanık, tatlı
	2-furanmetanol, propanoat	meyvems, tatlı, yeşil muz, yağlı, kahve, baharatıms	tatlı
	2,2'-bifuran	aromatik, ilacıms, kamfor	
	furan, 2,2'-metilenbis-	acı, keklik üzümü	acı
	1-(2-furil)-bütan-3-on	baharatıms, karamel	baharatıms, kavrulmuş/yanık
	2-furanmetanol	yanık, tatlı, karamelims, kahve, acı, yakıcı	kavrulmuş/yanık
	furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil-	meyankökü benzeri	baharatıms
	furan, 2-(metoksimetil)-	kavrulmuş kahve	kavrulmuş/yanık
	2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan	kahve benzeri, dumanıms	kavrulmuş/yanık
	furan, 2-etil-	yanık, tatlı, karamelims, kahve	kavrulmuş/yanık
	furan, 2,2'-[oksibis(metilen)]bis-	salisilat, kahve benzeri	kavrulmuş/yanık

Çizelge 4.16.(devam) Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde saptanan uçucu bileşenler, uçucu bileşenlere ait literatürden bulunan duyuusal terim karşılıkları ve LPA sonucunda belirlenen lezzet karakterleri

Bileşen grubu	Uçucu bileşen	Uçucu bileşene ait literatürden bulunan duyuusal terim karşılığı*	LPA lezzet karakteri karşılığı
Pirazin	pirazin, metil-	findığımsı, kavrulmuş, kakao, patlamış mısır	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2,5-dimetil-	çikolata, kavrulmuş fındık, toprağımsı	kavrulmuş/yanık, toprağımsı
	pirazin, 2,6-dimetil-	kahve, çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates	kavrulmuş/yanık
	pirazin, etil-	findığımsı, kahve, kakao, kavrulmuş, fermente, küfümsü, çikolata-yerfistığı	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2,3-dimetil-	küfümsü, fındık iç kabuğu, kakao tozumsu, kavrulmuş kahve, ekmeğımsi	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2-etil-6-metil-	kimyon, kavrulmuş, meyvemsi-çiçeğımsi, toprağımsı	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2-etil-5-metil-	findığımsı, kavrulmuş, hafif çimenimsi, kimyon	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2-etil-3-metil-	patates, yanık, findığımsı, kavrulmuş, tahıl, toprağımsı	kavrulmuş/yanık, toprağımsı
	pirazin, 2,6-dietil-	çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	kavrulmuş findığımsı	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2-etil-3,5-dimetil-	çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2,3-dietil-5-metil-	küfümsü, findığımsı, etimsi, sebze, kavrulmuş fındık, kızarmış ekmek, patates, kakao, toprağımsı	kavrulmuş/yanık, toprağımsı
	pirazin, 3,5-dietil-2-metil-	findığımsı	kavrulmuş/yanık
	pirazin, 2-metoksi-3-(2-metilpropil)-	yeşil	
	dimetil-2-vinilpirazin	findığımsı	kavrulmuş/yanık
	pirazin	findığımsı, yakıcı, tatlı mısır benzeri , kavrulmuş fındık kabuğu	kavrulmuş/yanık

Çizelge 4.16.(devam) Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde saptanan uçucu bileşenler, uçucu bileşenlere ait literatürden bulunan duyuşsal terim karşılıkları ve LPA sonucunda belirlenen lezzet karakterleri

Bileşen grubu	Uçucu bileşen	Uçucu bileşene ait literatürden bulunan duyuşsal terim karşılığı*	LPA lezzet karakteri karşılığı
Piröl	1H-piröl, 1-metil-	tatlı, sıcak, fındığımsı, eterimsi, is,odunumsu	kavrulmuş/yanık, odunumsu
	1H-piröl-2-karboksaldehit, 1-etil-	yanık kavrulmuş	kavrulmuş/yanık
	1H-piröl-2-karboksaldehit, 1-metil-	kahve	kavrulmuş/yanık
	etanon, 1-(1H-piröl-2-yl)-	fındığımsı, tatlı, meyan kökü benzeri	kavrulmuş/yanık, tatlı, baharatımsı
	etanon, 1-(1-metil-1H-piröl-2-yl)-	toprağımsı	toprağımsı
	N-furfüril piröl	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu, meyvemsi, kahve	
	1H-piröl-2-karboksaldehit, 1-metil	kahve	kavrulmuş/yanık
	1H-piröl, 1-metil-	odunumsu, is	odunumsu
Fenol	fenol, 2-metoksi-	fenolik, ilacımsı, plastik (rio)	fermente
	fenol	fenolik	fermente
	fenol, 4-etil-2-metoksi-	balsamik, karanfil, fenolik, odun, duman, biber	baharatımsı, odunumsu
	4-vinil-2-metoksi-fenol	karanfilimsi, odunumsu, baharatımsı, duman	baharatımsı
Piridin	piridin	is, amin benzeri	
Keton	2,3-pentanedion	yağlı, tostumsu	yağlı
	2-siklopenten-1-on, 3-etil-2-hidroksi	kuvvetli karamelimsi akçaağaç (yanık)	kavrulmuş/yanık
	pulegon	nane, baharatımsı	baharatımsı
Oksim	oksim-, metoksi-fenil-	çiçeğımsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı	tatlı
Alkol	linalool	çiçeğımsi, narenciye, portakal, limon, mumsu, aldehit benzeri, odunumsu, tatlımsı-meyvemsi, kişniş tohumu	odunumsu, baharatımsı
Aldehit	bütanal, 2-metil-	çikolata, karamel, fındığımsı, kahvemsi, küfümsü	kavrulmuş/yanık
	hegzanal	yeşil, yağlı, fındığımsı	
Tiyofen	2-tiyofenkarboksaldehit		
	pentiltiyofen	meyvemsi, yağlı, etimsi	
Terpen	dl-limonen	narenciye, baharat, terpen, kamfor	
Benzen	benzenamin, 2-metoksi-	amin benzeri (balığımsı)	

* Acree and Arn, 2011; The Good Scents Company, 2011; Mottram, 2011; UFL Citrus Research and Education Center, 2011; Leffingwell and Associates, 2011; Chembase, 2011; Chemical Book, 2011; Murakami et al., 2010; Perez-Martinez et al., 2008; Oomah and Liang, 2007; Surburg and Panten, 2006; Flament, 2002; Schenker, 2002; Maeztu et al.2001; Smith, 1989.

Çizelge 4.16’da görüldüğü gibi hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde LPA sonucunda belirlenen kavrulmuş/yanık, baharatımsı, toprağımsı, odunumsu, fermente, acı ve tatlı lezzet karakterleri yine aynı örneklerde saptanan uçucu bileşenlere ait literatürden bulunan duyusal terim karşılıkları ile uyumludur. Örneklerde LPA ile saptanan burukluk, tütünömsü, ekşi ve tuzlu karakterleri ise saptanan uçucu bileşenlere ait duyusal terimler arasında yer almamaktadır. Bilindiğı gibi kahve lezzeti çok sayıda uçucu ve uçucu olmayan bileşenin etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bileşenlerin tek başınayken ve bir gıda matriksinde diğere bileşenlerle etkileşim halindeyken tüketicide/panelistte duyusal olarak oluşturduğu lezzet algısı farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca ekşi ve tuzlu karakterleri temelde uçucu olmayan bileşenler oluşturduğu için HS/SPME/GC/MS yöntemi ile saptanamamıştır. Bu nedenle yukarıda da belirtildiğı gibi LPA ile saptanan bazı lezzet karakterlerinin duyusal terimler arasında yer almadığı gözlenmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada Türk kahvesi örneklerinin uçucu bileşenlerinin GC/MS analizi ile saptanmasında en uygun izolasyon yönteminin seçimi amacıyla sıvı-sıvı çözügen ekstraksiyonu, manuel HS, ve dört farklı fiberin denendiği HS/SPME tekniklerinin uygulanması sonucunda LPA ile en uyumlu sonucun DVB/CAR/PDMS fiberinin kullanıldığı HS/SPME tekniği ile elde edildiği saptanmıştır.

Hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvesi örneklerinde GC/MS analizi sonucunda sırasıyla 50, 59 ve 64 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Örneklerden izole edilen bileşenler toplam pik alanlarına göre incelendiğinde Türk kahvesi örneklerinde önemli oranda furan ve pirazin grubu bileşen bulunduğu saptanmıştır. Hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve örneklerinde sırasıyla % 52.17, % 55.53, % 57.69 furan grubu ve % 32.86, %27.62, % 22.38 pirazin grubu bileşen bulunduğu gözlenmiştir.

Örneklerde saptanan ve yukarıda belirtilen bileşen gruplarının alan yüzdeleri incelendiğinde kavurma derecesi arttıkça furan, pirol, fenol, piridin, keton grubu bileşenlerin oranlarının arttığı, pirazin, oksim, alkol ve aldehit grubu bileşenlerin oranlarının ise azaldığı saptanmıştır.

Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde saptanan ortak uçucu bileşenler kullanılarak uygulanan Cluster analizi ve Temel bileşen analizi (PCA) sonuçlarına göre hafif ve orta kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinin bir grup oluşturduğu, çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinin ise ayrı bir grup oluşturduğu saptanmıştır.

Hafif, orta ve çok kavrulmuş kahve çekirdeklerinden hazırlanan Türk kahvelerinde LPA tekniği kullanılarak yapılan duyusal değerlendirmeler sonucunda kavrulmuş/yanık, baharatımsı, acı, ekşi, tatlı, tuzlu, burukluk, odunumsu, fermente, toprağımsı ve tütünömsü lezzet karakterleri belirlenmiştir. Tüm örneklerde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri kavrulmuş/yanık karakter olmuştur.

Hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahveleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla örneklerde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları kullanılarak uygulanan Cluster analizi ve Temel bileşen analizi (PCA) sonuçlarına göre orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinin bir grup oluşturduğu, hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinin ise ayrı bir grup oluşturduğu saptanmıştır.

HS/SPME/GC/MS ve LPA sonuçları karşılaştırıldığında hafif, orta ve çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerinde LPA sonucunda belirlenen kavrulmuş/yanık, baharatımsı, toprağımsı, odunumsu, fermente, acı ve tatlı lezzet karakterleri yine aynı örneklerde saptanan uçucu bileşenlere ait literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Çalışma sonucunda Türk kahvesinin kavrulmuş/yanık, baharatımsı, odunumsu ve fermente lezzet karakterleri veren furan, pirazin, pirol ve fenol grubu bileşenler açısından zengin olduğu saptanmıştır.

Bu çalışma ile Türk kahvesinin lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerin belirlenmesinde kullanılacak olan izolasyon koşulları ve GC/MS ile analiz koşulları ortaya konmuştur. Ayrıca LPA tekniğı ile Türk kahvesinin lezzet karakterleri tanımlanarak Türk kahvesi için standart lezzet dilinin geliştirilmesi yönünde önemli bir adım atılmıştır. Bu çalışmanın, Türk kahvesi lezzeti ile ilgili yapılmış ilk çalışma olması nedeni ile de bundan sonraki çalışmalara yol göstermesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acree T. and Arn, H.**, 2011, “Flavournet” <http://www.flavornet.org/flavornet.html>
(Erişim tarihi: 19 Eylül 2011)
- Agresti, P.D.C., Franca, A.S., Oliveira, L.S. and Augusti, R.**, 2008, *Discrimination between defective and non defective Brazilian coffee beans by their volatile profile*, Food Chemistry, 106:787-796.
- Akiyama, M., Murakami, K., Ohtani, N., Iwatsuki, K., Sotoyama, K., Wada, A., Tokuna, K., Iwabuchi, H. and Tanaka, K.**, 2003, *Analysis of volatile compounds released during grinding of roasted coffee beans using solid-phase microextraction*, J. Agric. Food Chem., 51:1961-1969.
- Akiyama, M., Murakami, K., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Wada, A., Tokuna, 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 Vol: 72 Nr.:7 :388-396.
- Akiyama M., Murakami, K., Hirano, Y., Ikeda, M., Iwatsuki, M., Wada, A., Tokuna, K., Onishi, M. and Iwabuchi, H.**, 2008, *Characterization of headspace aroma compounds of freshly brewed Arabica coffees and studies on a characteristic aroma compounds of Ethiopian Coffee*, Journal of Food Science Vol. 73 Nr. 5: 335-346.
- Altuğ, T. ve Elmacı, Y.**, 2005, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Meta Basım Matbaa Hizmetleri A.Ş., İzmir, 123 s.
- Andueza, S., Maeztu, L., Dean, B., De Pena, M.P., Bello, J. and Cid, C.**, 2002, *Influence of water pressure on the final quality of Arabica Espresso Coffee. Application of multivariate analysis*, J. Agric. Food Chem. 50:7426-7431.
- Andueza, S., Maeztu, L., Pascual, L., Ibanez, C., De Pena, M.P. and Cid, C.**, 2003a, *Influence of extraction temperature on the final quality of Espresso Coffee*, Journal of the Science of Food and agriculture, 83:240-248.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Andueza, S., Paz de Pena, M. and Cid, C.,** 2003b, *Chemical and sensorial characteristics of Espresso Coffee as affected by grinding and torrefacto roast*, J. Agric. Food Chem., 51:7034-7039.
- Andueza, S., Vila, M.A., De Pena, M.P. and Cid, C.,** 2007, *Influence of coffee/water ratio on the final quality of Espresso Coffee*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 83:240-248.
- Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Peren, R. and Escher, F.,** 2008, *Coffee roasting and aroma formation: Application of different time-temperature conditions*, J. Agric. Food Chem., 56: 5836–5846.
- Bhumiratana, N., Adhikari, K. and Chambers IV, E.,** 2011, *Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee*, LWT - Food Science and Technology , 44 (2011): 2185-2192.
- Bicchi, C., Iori, C., Rubiolo, P. and Sandra, P.,** 2002, *Headspace sorptive extraction (HSSE), stir bar sorptive extraction (SBSE), and solid phase microextraction (SPME) applied to the analysis of roasted Arabica coffee and coffee brew*, J. Agric. Food Chem.,50:449-459.
- Buffo, R.A. and Cardelli-Freira, C.,** 2004, *Coffee flavour: An overview*, Flavour Fragr. J., 19:99-104.
- Çağlarırnak, N.,** 1994, *Öğütülmüş Kahvenin Kimyasal Bileşimi, Bazı Tahıl ve Baklagil İlavesinin Kalite, Protein Fraksiyonları ve Özelliklerine Etkileri Üzerine Araştırmalar*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim dalı Doktora Tezi, Bornova-İzmir, 108s.
- Chembase,** 2011, <http://chembase.com> (Erişim tarihi: 15 Eylül 2011)
- Chemical Book,** 2011, <http://www.chemicalbook.com> (Erişim tarihi: 15 Eylül 2011)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Coffee Research Org.**, 2011, “*Arabica and Robusta Coffee Plant*”, <http://www.coffeeresearch.org/agriculture/coffeeplant.htm> (21 Eylül 2011)
- Czerny, M., Mayer, F. and Grosch, W.**, 1999, *Sensory study on the character impact odorants of roasted Arabica coffee*, J. Agric. Food Chem., 47:695:699.
- Dalan, G.**, 2007, Turkish Coffee: The sustaining power of interpersonal communication, Yeditepe University Graduate Institute of Social Sciences, Master of Arts, İstanbul, 122p.
- Duran, M.**, 2004, Kahve Etüdü, Dış Ticaret Araştırma Servisi, 21s.
- Ephraim, D.**, 2009, “*Optimizing Brewed Coffee Quality Trough Proper Grinding*”, <http://www.mpechicago.com/coffee/techinfo/PDF/SCAA%202009.pdf> (Erişim tarihi: 20 Kasım 2009)
- Evren, B.**, 1996, Eski İstanbul’da Kahvehaneler, AD Yayıncılık A.Ş.
- Franca, A.S., Oliveira, S.L., Mendonça J.C.F. and. Silva, X.A.**, 2005, *Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans*, Food Chemistry 90: 89-94.
- Flament, I.**, 2002, Coffee Flavor Chemistry, Wiley & Sons, Ltd., England, 424 p.
- Food-Info**, 2011 “*Kahve*”, <http://www.food-info.net/tr/products/coffee/intro.htm> (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)
- George, E.S., Ramalakshmi, K. and Rao, L.J.M.**, 2008, *A perception of health benefits of coffee*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48:464-486.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gonzalez-Rios, O., Suarez-Quiroza, M.L., Boulangerb, R., Barelb, M.,Guyotb, B.,Guiraudc, J.P. and Schorr-Galindoc, S., 2007, *Impact of ‘ecological’ post-harvest processing on the volatile fraction of coffee beans: I. Green coffee*, Journal of Food Composition and Analysis 20 : 289–296.**
- Gross,G., Jaccaud, E. and Huggett, A.C., 1997, *Analysis of the content of the diterpenes cafestol and kahweol in coffee brews*, Food and Chemical Toxicology 35:547-554.**
- Gündüç, N. and El, S., 2003, *Assessing antioxidant activities of phenolic compounds of common Turkish food and drinks on in vitro low-density lipoprotein oxidation*, Journal Of Food Science 68 (8):2591-2595.**
- Güral, S.,1999, Türk Kültüründe Kahvenin Yeri, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü., Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 98s.**
- Gürsoy, D., 2005, Sohbetin Bahanesi Kahve, Oğlak Yayıncılık ve Reklamcılık Ltd.Şti., İstanbul, 180s.**
- Hattox, R.S., 1998, Kahve ve Kahvehaneler, 2. Baskı, Tarih Vakfı Yurt Yayınları 38, İstanbul.**
- Hayakawa, F., Kazami, Y., Wakayama, H., Oboshi, R., Tanaka, H., Maeda, G., Hoshino, C., Iwawaki, H. and Miyabayashi, T., 2010, *Sensory lexicon of brewed coffee for Japanese consumers, untrained coffee professionals and trained coffee tasters*, Journal of Sensory Studies 25 (2010) 917–939.**
- Heath, H.B. and Reineccius, G., 1986, Flavor Chemistry and Technology, Avi Book, Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York, 12-16.**
- Hernandez, J.A., Heyd, B. and Trystram, G., 2007, *On-line assessment of brightness and surface kinetics during coffee roasting*, Journal of Food Engineering 87:314-322.**

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hışıl, Y.**, 1994, Enstrümental Gıda Analizleri – II, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 26-30.
- Higdon, J.V. and Frei, B.**, 2006, *Coffee and health: A review of recent human research*, Critical Reviews in Food science and Nutrition, 46:101-123.
- Huber, W.W., Scharf, G., Nagel, G., Prustomersky, S., Schulte-Hermann, R. and Kaina, B.**, 2003, *Coffee and its chemopreventive components kahweol and cafestol increase the activity of O⁶-methylguanine-DNA methyltransferase in rat liver- comparison with phase II xenobiotic metabolism*, Mutation Research, 522:57-68.
- International Coffee Organization (ICO)**, 2011a, “*Total production of exporting countries*”, <http://www.ico.org/prices/po.htm> (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)
- International Coffee Organization (ICO)**, 2011b “*Botanical Aspects*”, <http://www.ico.org/botanical.asp> (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)
- İslamoğlu, K. E.**, 2010, “*Instant çay ve kahve*” <http://www.biriz.biz/cay/instant/instanttea.htm> (Erişim tarihi: 15 Mayıs 2010)
- Karakaya, S., El, S. N. and Tas, A.A.**, 2001, *Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds*, International Journal of Food Sciences and Nutrition 52: 501–508.
- Kendirci, P.**, 2008, Ülkemizde yetiştirilen bazı antepfıstığı çeşitlerinin lezzet özelliklerinin belirlenmesi ve kavurma işleminin bu özelliklere etkisinin incelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bornova-İzmir, 222s.
- Kurukahveci Mehmet Efendi**, 2011a “*Kahve Nasıl Yetiştirilir?*”, http://www.mehmetefendi.com/mehmetefendi/tr/pages/kny6_4.html (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kurukahveci Mehmet Efendi**, 2011b, “*Filtre kahve*”, http://www.mehmetefendi.com/mehmetefendi/tr/pages/fvek1_3.html (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)
- Leffingwell and Associates**, 2011, “*Burnt sugar, caramel and maple notes and molecular structures*” <http://www.leffingwell.com/burnt.htm> (Erişim tarihi: 20 Eylül 2011)
- Lopez-Galilea, I., Fournier, N., Cid, C. and Guichards, E.**, 2006, *Changes in headspace volatile concentrations of coffee brews caused by the roasting process and the brewing procedure*, J. Agric. Food Chem, 54:8560-8566.
- Lenoir, J. and Guermontprez, D.**, 2005, 36 Aromas of Coffee (Le Nez du Cafe), 117p.
- 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*, J. Agric. Food Chem., 49:5437-5444.
- Mayer, F., Czerny, M. and Grosch, W.**, 2000, *Sensory study of the character impact aroma compounds of a coffee beverage*, Eur Food Res Technol, 211:272-276.
- Mendes, L.C., de Menezes, H.C., Aparecida, M. and da Siva, A.P.**, 2001, *Optimization of the roasting of Robusta coffee (C. canephora conillon) using acceptability tests and RSM*, Food Quality and Preference 12:153-162.
- Mottram, R.**, 2011, “*LRI & Odour Database*” <http://www.odour.org.uk> (Erişim tarihi: 20 Eylül 2011)
- Murakami, K., Akiyama, M., Sumi, M., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Nishimura, O. and Kumazawa, K.**, 2010, *Differences in flavor characteristics of coffee drinks originating from thermal sterilization process*, Food Sci. Technol. Res., 16 (2): 99 – 110.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Oomah, B.D. and Liang, L.S.Y.**, 2007, *Volatile compounds of dry beans*, Plant Foods Hum. Nutr. 62:177-183.
- Özgündoğdu, M.D.**, 1992, Fincan ve Kahvenin Türklerin Yaşamındaki Yeri ve Günümüzdeki Kullanımı, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Eseri Raporu, Ankara, 42s.
- Perez-Martinez, M., Sopelana, P., de Pena, M.P. and Cid, C.**, 2008, *Application of multivariate analysis to the effects of additives on chemical and sensory quality of stored coffee brew*, J. Agric. Food Chem., 56 (24): 11845-11853.
- Rocha, S., Maeztu, L., Barros, A., Cid, C. and Coimbra, M.A.**, 2003, *Screening and distinction of coffee brews based on headspace solid phase microextraction/ gas chromatography/ principal component analysis*, J.Sci Food Agric, 84:43-51.
- 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*, J. Agric. Food Chem., 49:1364-1369.
- Sanz, C., Maeztu, L., Zapelena, M.J., Bello, J. and Cid, C.**, 2002, *Profiles of volatile compounds and sensory analysis of three blends of coffee: influence of different proportions of Arabica and Robusta and influence of roasting coffee with sugar*, J. Sci. Food Agric 82:840-847.
- Sarrazin, C., Le Quere, J.L., Gretsch, C. and Liardon, R.**, 2000, *Representativeness of coffee aroma extracts: a comparison of different extraction methods*, Food Chemistry 70:99-106.
- Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R. and Escher, F.**, 2002, *Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans*, Journal of Food Science, 67(1):60-66.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Smith, A.W.**, 1989, Chapter 1: Introduction, 1-41, in *Coffee Chemistry Vol.1*, R.J. Clarke and R. Macrae, Ed. Elsevier Science Publishers Ltd., England, 306 p.
- Surburg, H. and Panten, J.**, 2006, *Common fragrance and flavor materials : preparation, properties and uses*, 5th Edition, Wiley-VCH, Chichester, 318p.
- The Good Scents Company**, 2011, <http://www.thegoodscentscompany.com/> (Erişim tarihi: 19 Eylül 2011)
- TS 3117**, 1978, Kahve (Çiğ Çekirdek ve Öğütülmüş), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 5546**, 1988, Tarım Ürünleri- Gıda Madde ve Mamulleri Duyusal Analizler- Metodoloji- Lezzet Profili Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS ISO 11294**, 2001, Kahve – Kavrulmuş, Öğütülmüş- Rutubet Muhtevası Tayini- 103 °C’da Kütle Kaybı Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- UFL (University of Florida) Citrus Research and Education Center**, 2011, http://www.crec.ifas.ufl.edu/crec_websites/Rouseff/Website2002/Subpages/database_g_Frameset.shtml (Erişim tarihi: 20 Eylül 2011)
- Wikipedia**, 2011a, “*Kahve*”, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kahve> (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)
- Wikipedia**, 2011b, “*Türk Kahvesi*”, http://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrk_kahvesi (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)
- Wikipedia**, 2011c, “*Turkish Coffee*”, http://en.wikipedia.org/wiki/Turkish_coffee (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)
- Wikipedia**, 2011d, “*Coffee and Health*”, http://en.wikipedia.org/wiki/Coffee_and_health (Erişim tarihi: 21 Eylül 2011)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Zambonin, C.G., Balest, L., De Benedetto, G.E. and Palmisano, F., 2005,
Solid-phase microextraction-gas chromatography mass spectrometry and
multivariate analysis for the characterization of roasted coffees, Talanta
66:261-265.

ÖZGEÇMİŞ

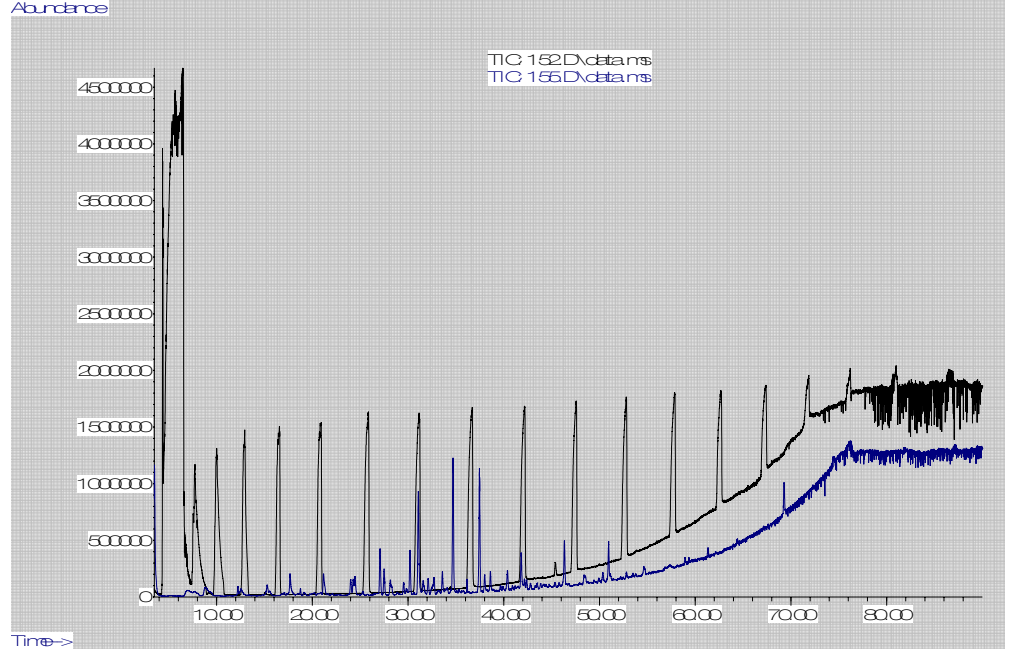
Jülide (ERKEK) KIVANÇLI

Kişisel Bilgi	• Doğum Tarihi: 23/05/1978 • Doğum Yeri: Göttingen, Almanya • Milliyeti: T.C.
Eğitim	2005- halen Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Bilimleri Bilim Dalı, Gıda Kalite Kontrolü, <i>Doktora</i>, (Danışman: Doç.Dr. Yeşim Elmacı) 2000- 2003 Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Bilimleri Bilim Dalı, Gıda Kalite Kontrolü, <i>Yüksek Lisans</i> 1996- 2000 Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, <i>Lisans</i> 1989-1996 Bornova Anadolu Lisesi (Almanca Eğitim)
Staj	08-09/1999 Staj: Giessen Justus Liebig Üniversitesi, Beslenme Bilimi Enstitüsü (Institut für Ernährungswissenschaft), Almanya
İş deneyimi	21/04/2011-halen: Sağlık Bakanlığı Bayraklı TSM, Gıda Mühendisi 14/06/2003-21/04/2011: Gülşen Tıbbi Cih. Ve Malz. San. Tic. Ltd. Şti, İthalat ve İhracat Müdürü
Yayınlar	Kıvançlı,J., Ova,G., 2005, <i>Textural evaluation of Pudding type Products by means of Quantitative Descriptive Analysis</i>, 15-18/06/2005 Tubitak-Mam Gıda Enstitüsü 1. Uluslararası Gıda ve Beslenme Kongresi Poster. Erkek,J., Ova,G., 2005, <i>The determination of the textural properties of vanilla pudding by means of objective methods</i>, 4th Int. Cong. on Food Technol. Athens, Greece Poster. Ova,G., Erkek,J., 2005 <i>Determination of Textural Properties of Vanilla Pudding by Means of Objective and Subjective Methods</i>, <i>Milchwissenschaft</i>60(1):65-67. Erkek,J. 2003 <i>Puding tipi ürünlerde reolojik özelliklerin objektif ve subjektif yöntemlerle saptanması</i>, E.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi Erkek,J. Ural,A. 2003, <i>Genetiksel Modifiye Gıdalar: Avantaj ve Dezavantajları</i>, <i>Akademik Gıda</i> 2003:1. Erkek,J., Ova,G., 2002, <i>Nişasta Esaslı Gıdalarda Doku Ölçümü</i>, 09/2002 Gaziantep Hububat Kongresi, Poster.
Yabancı Dil	İngilizce: Okuma, Yazma, Konuşma ; çok iyi Almanca: Okuma, Yazma, Konuşma ; çok iyi
Diğer	2000 yılında E.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümünden 81.75/100 ortalamayla birincilikle mezuniyet
Başarılar	1999 yılında AROMSA şirketi tarafından düzenlenen Gıda Katkı Maddeleri konulu makale yarışmasında “Önemli Bir Tat ve Aroma Maddesi Vanilya” adlı makale ile birincilik- FRY Altın Öğrenci Ödülü

EKLER

- Ek 1. GC/MS analizi sonucu saptanan uçucu bileşenlerin Kovats Alıkonma İndeksini hesaplamak için kullanılan C7-C30 indeks standart alkan karışımına ait total ion kromatogramı
- Ek 2. Türk kahvesi örneğine ait manuel HS/GC/MS analizi total ion kromatogramı
- Ek 3. Türk kahvesi örneğine ait sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu/GC/MS analizi total ion kromatogramı
- Ek 4. Türk kahvesi örneğine ait PA fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı
- Ek 5. Türk kahvesi örneğine ait PDMS/DVB fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı
- Ek 6. Türk kahvesi örneğine ait DVB/CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı
- Ek 7. Türk kahvesi örneğine ait CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı
- Ek 8. Hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı
- Ek 9. Orta kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı
- Ek 10. Çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı
- Ek 11. Türk kahvesi örneklerindeki saptanan ortak uçucu bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları
- Ek 12. Türk kahvesi örneklerinde saptanan lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 1. GC/MS analizi sonucu saptanan uçucu bileşenlerin Kovats Alıkonma İndeksini hesaplamak için kullanılan C7-C30 indeks standart alkan karışımına ait total ion kromatogramı



Lineer Alıkonma İndeksi (RI) (Hışıl, 1994):

$$RI = 100 * C_i + 100 * (C_j - C_i) * [(T_x - T_i) / (T_j - T_i)]$$

C_i : bileşikten önce elute edilmiş indeks standardın karbon sayısı

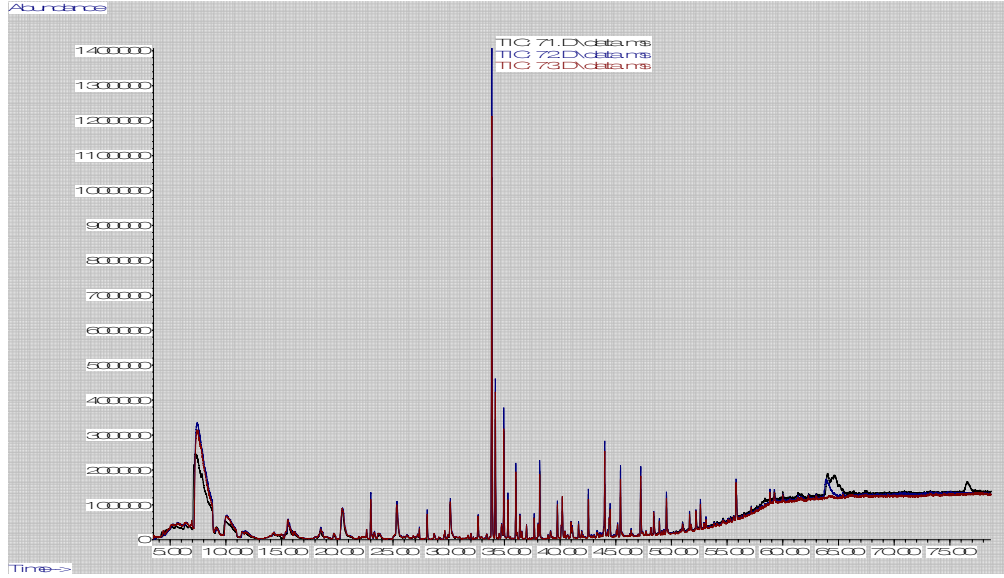
C_j : bileşikten sonra elute edilmiş indeks standardın karbon sayısı

T_i : bileşikten önce elute edilmiş indeks standardın alıkonma süresi

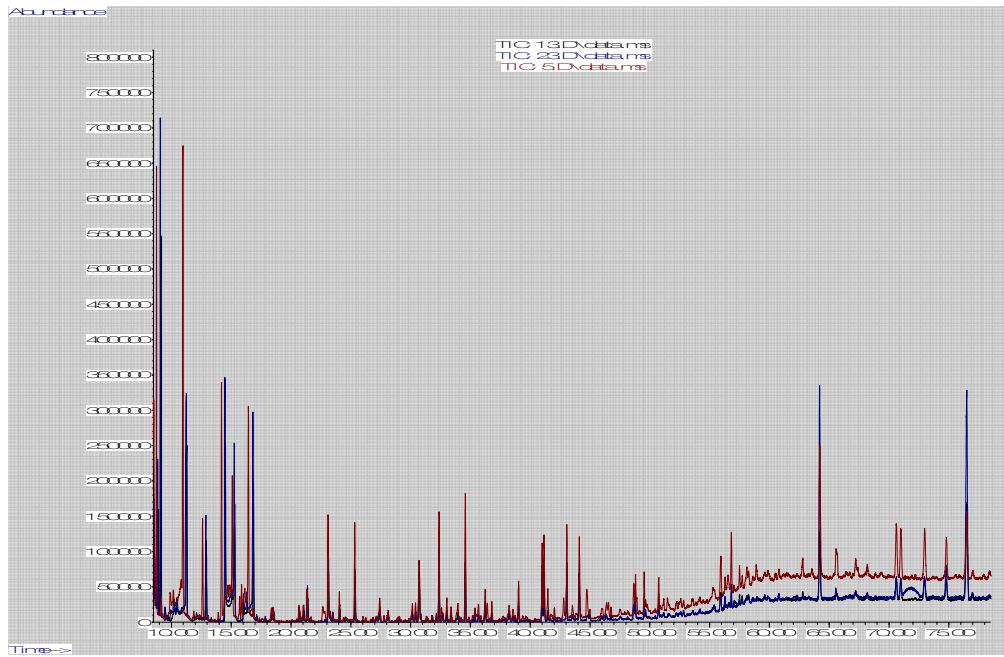
T_j : bileşikten sonra elute edilmiş indeks standardın alıkonma süresi

T_x : bileşiğin alıkonma süresi

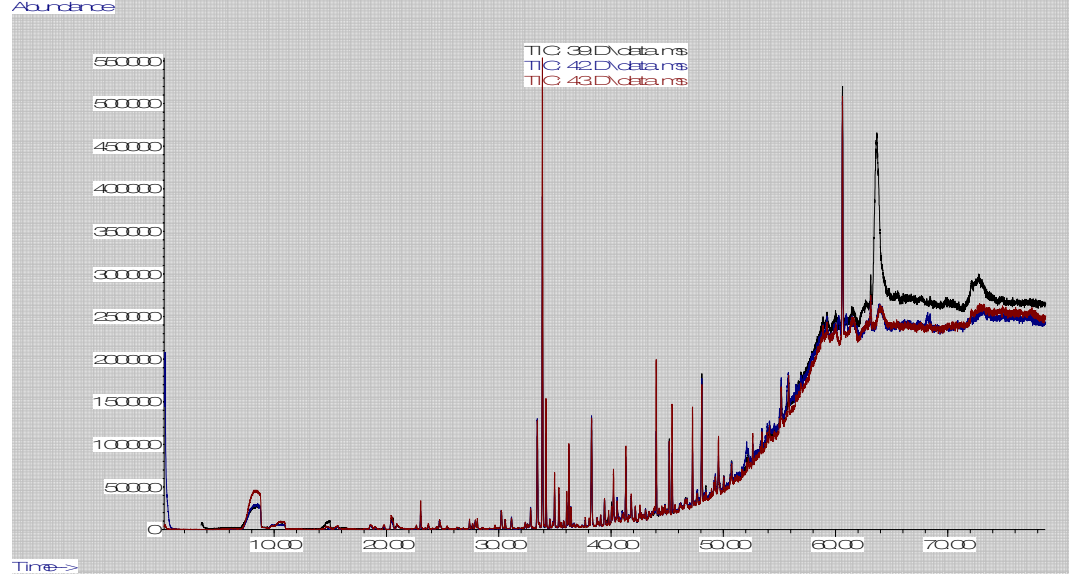
Ek 2. Türk kahvesi örneğine ait manuel HS/GC/MS analizi total ion kromatogramı



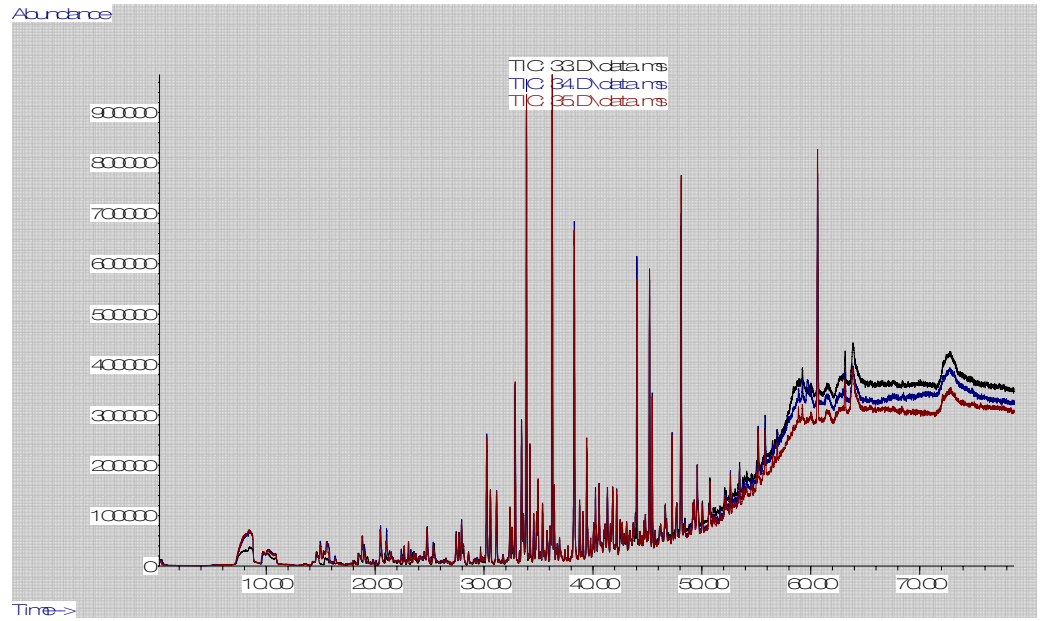
Ek 3. Türk kahvesi örneğine ait sıvı-sıvı çözgen ekstraksiyonu/GC/MS analizi total ion kromatogramı



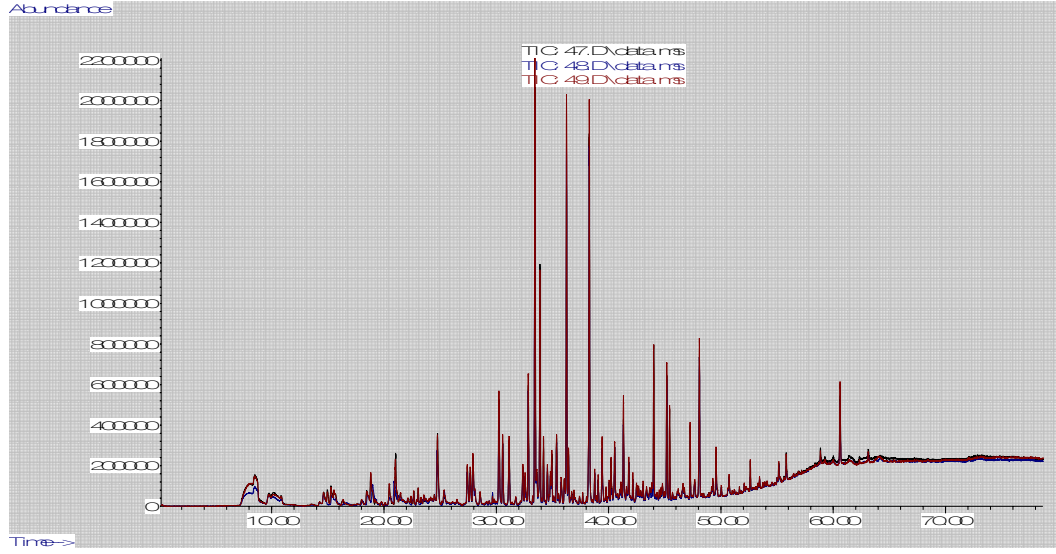
Ek 4. Türk kahvesi örneğine ait PA fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı



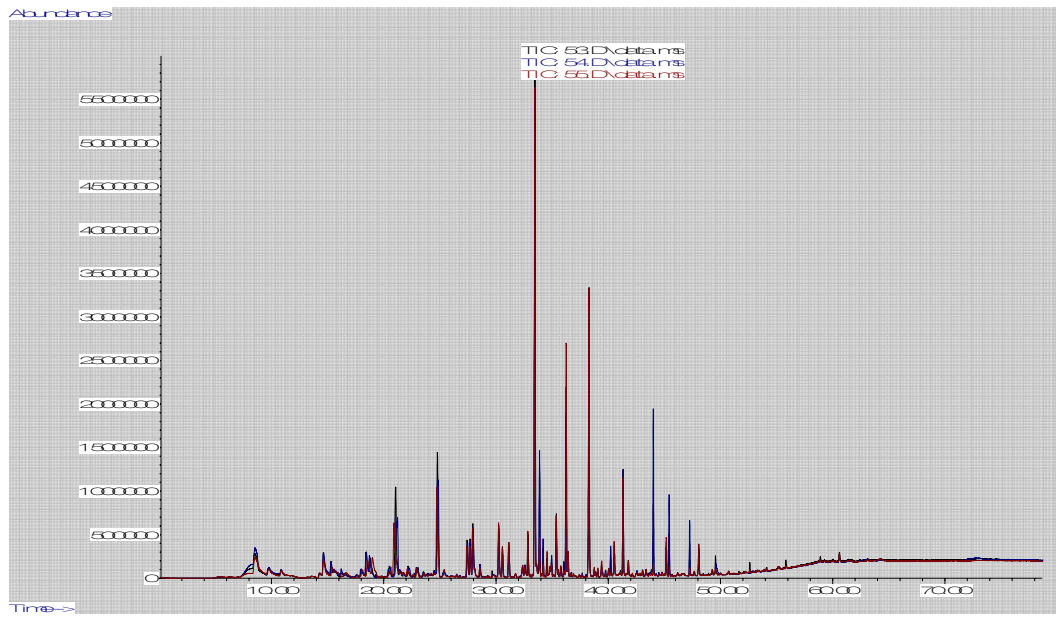
Ek 5. Türk kahvesi örneğine ait PDMS/DVB fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı



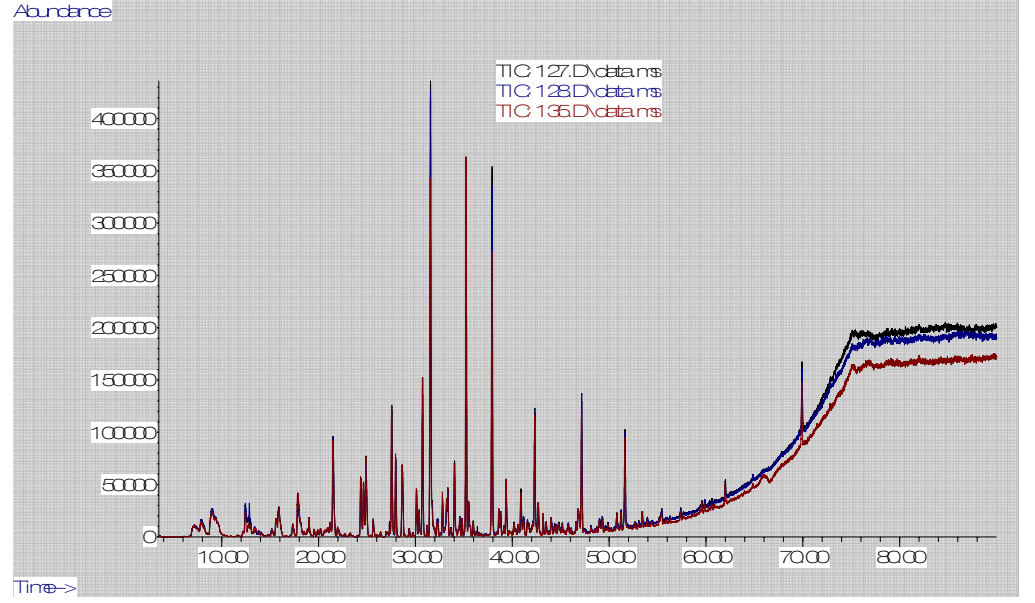
Ek 6. Türk kahvesi örneğine ait DVB/CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı



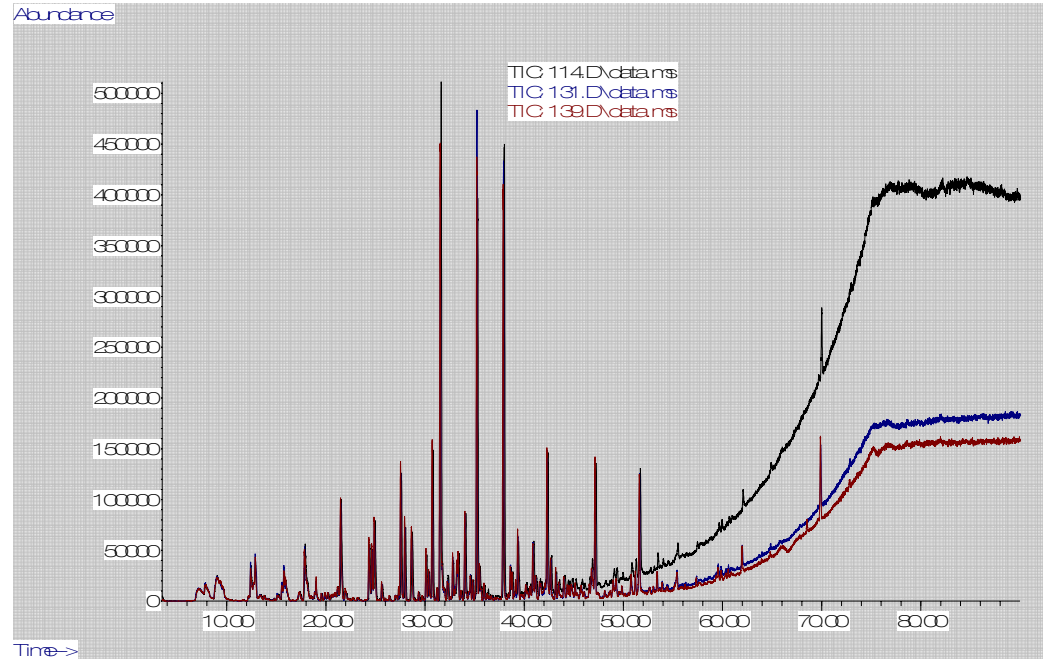
Ek 7. Türk kahvesi örneğine ait CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen HS/SPME/GC/MS analizi total ion kromatogramı



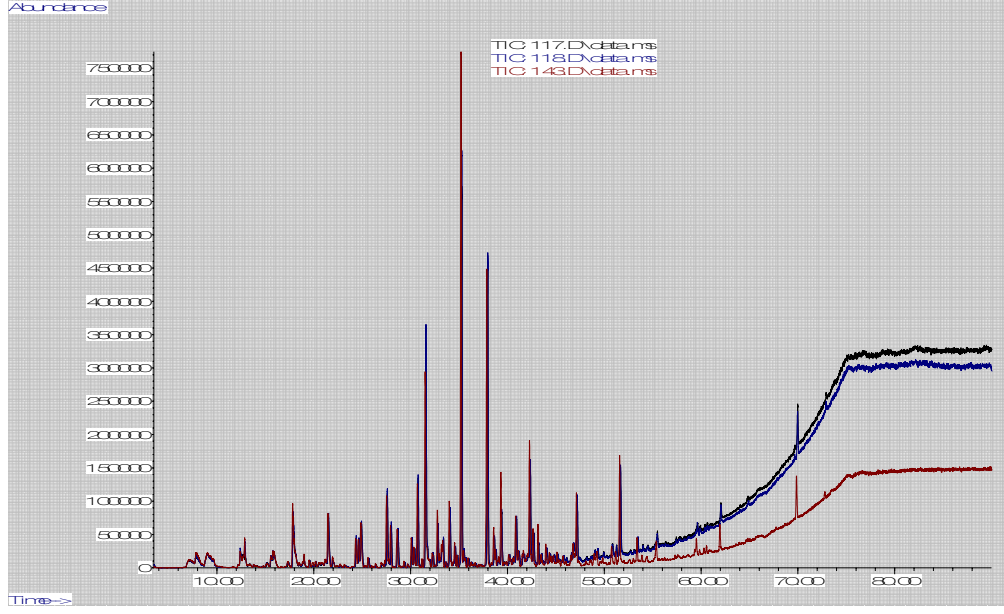
Ek 8. Hafif kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı



Ek 9. Orta kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı



Ek 10. Çok kavrulmuş Türk kahvesi örneklerine ait total iyon kromatogramı



Ek 11. Türk kahvesi örneklerindeki saptanan ortak uçucu bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) bütanal, 2-metil-

Analysis of variance (Variable bütanal, 2-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.331	0.165	48.809	0.000
Error	6	0.020	0.003		
Corrected Total	8	0.351			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.454	9.548	2.536	0.000	0.098	Yes
1 vs 2	0.331	6.975	2.448	0.000	0.050	Yes
2 vs 3	0.122	2.573	2.448	0.042	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	0,614	A
2	0,282	B
3	0,160	C

b) 2,3-pentandion

Analysis of variance (Variable 2,3-pentandion):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.364	0.182	10.320	0.011
Error	6	0.106	0.018		
Corrected Total	8	0.470			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.465	4.293	2.536	0.012	0.098	Yes
1 vs 2	0.093	0.858	2.448	0.424	0.050	No
2 vs 3	0.372	3.434	2.448	0.014	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	1.182	A
2	1.089	A
3	0.717	B

c) 2-vinilfuran

Analysis of variance (Variable 2-vinilfuran):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.042	0.021	0.432	0.668
Error	6	0.294	0.049		
Corrected Total	8	0.336			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 1	0.163	0.904	2.536	0.658	0.098	No
2 vs 3	0.048	0.265	2.448	0.800	0.050	No
3 vs 1	0.115	0.638	2.448	0.547	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	0.787	A
3	0.739	A
1	0.624	A

d) 1H-pirol, 1-metil-

Analysis of variance (Variable 1H-pirol, 1-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.056	0.028	2.209	0.191
Error	6	0.077	0.013		
Corrected Total	8	0.133			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 3	0.169	1.833	2.536	0.238	0.098	No
2 vs 1	0.002	0.026	2.448	0.980	0.050	No
1 vs 3	0.167	1.807	2.448	0.121	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	0.410	A
1	0.408	A
3	0.241	A

e) 2-vinil-5-metil-furan

Analysis of variance (Variable 2-vinil-5-metil-furan):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	1.046	0.523	24.168	0.001
Error	6	0.130	0.022		
Corrected Total	8	1.176			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 3	0.804	6.691	2.536	0.001	0.098	Yes
2 vs 1	0.206	1.711	2.448	0.138	0.050	No
1 vs 3	0.598	4.980	2.448	0.003	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
2	1.267	A
1	1.062	A
3	0.463	B

f) dl-limonen

Analysis of variance (Variable dl-limonen):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.009	0.004	1.511	0.294
Error	6	0.018	0.003		
Corrected Total	8	0.026			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 3	0.071	1.614	2.536	0.311	0.098	No
2 vs 1	0.011	0.247	2.448	0.813	0.050	No
1 vs 3	0.060	1.366	2.448	0.221	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	0.076	A
1	0.065	A
3	0.005	A

g) piridin

Analysis of variance (Variable piridin):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.540	0.270	3.768	0.087
Error	6	0.430	0.072		
Corrected Total	8	0.970			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.577	2.642	2.536	0.085	0.098	Yes
3 vs 2	0.430	1.966	2.448	0.097	0.050	No
2 vs 1	0.148	0.675	2.448	0.525	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	2.031	A
2	1.602	A B
1	1.454	B

h) pirazin, metil-

Analysis of variance (Variable pirazin, metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	3.881	1.941	77.027	< 0.0001
Error	6	0.151	0.025		
Corrected Total	8	4.032			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	1.606	12.388	2.536	< 0.0001	0.098	Yes
1 vs 2	0.717	5.535	2.448	0.001	0.050	Yes
2 vs 3	0.888	6.854	2.448	0.000	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	4.155	A
2	3.438	B
3	2.550	C

i) pirazin, 2,5-dimetil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2,5-dimetil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	1.304	0.652	59.126	0.000
Error	6	0.066	0.011		
Corrected Total	8	1.370			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.931	10.859	2.536	< 0.0001	0.098	Yes
1 vs 2	0.422	4.926	2.448	0.003	0.050	Yes
2 vs 3	0.509	5.933	2.448	0.001	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	2.274	A
2	1.852	B
3	1.343	C

j) pirazin, 2,6-dimetil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2,6-dimetil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.857	0.429	77.804	< 0.0001
Error	6	0.033	0.006		
Corrected Total	8	0.891			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.755	12.458	2.536	< 0.0001	0.098	Yes
1 vs 2	0.344	5.679	2.448	0.001	0.050	Yes
2 vs 3	0.411	6.779	2.448	0.001	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	2.007	A
2	1.663	B
3	1.252	C

k) pirazine, etil-

Analysis of variance (Variable pirazine, etil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	2.305	1.152	53.207	0.000
Error	6	0.130	0.022		
Corrected Total	8	2.435			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	1.239	10.315	2.536	0.000	0.098	Yes
1 vs 2	0.608	5.061	2.448	0.002	0.050	Yes
2 vs 3	0.631	5.254	2.448	0.002	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	3.511	A
2	2.903	B
3	2.272	C

l) pirazin, 2,3-dimetil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2,3-dimetil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.126	0.063	91.731	< 0.0001
Error	6	0.004	0.001		
Corrected Total	8	0.130			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.282	13.162	2.536	< 0.0001	0.098	Yes
1 vs 2	0.082	3.813	2.448	0.009	0.050	Yes
2 vs 3	0.200	9.349	2.448	< 0.0001	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	0.629	A
2	0.547	B
3	0.347	C

m) pirazin, 2-etil-6-metil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2-etil-6-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	3.131	1.565	28.854	0.001
Error	6	0.326	0.054		
Corrected Total	8	3.456			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	1.445	7.596	2.536	0.001	0.098	Yes
1 vs 2	0.710	3.734	2.448	0.010	0.050	Yes
2 vs 3	0.735	3.863	2.448	0.008	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	4.482	A
2	3.772	B
3	3.038	C

n) pirazin, 2-etil-5-metil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2-etil-5-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	1.287	0.644	38.127	0.000
Error	6	0.101	0.017		
Corrected Total	8	1.389			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.926	8.730	2.536	0.000	0.098	Yes
1 vs 2	0.481	4.533	2.448	0.004	0.050	Yes
2 vs 3	0.445	4.197	2.448	0.006	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	2.626	A
2	2.145	B
3	1.700	C

o) pirazin, 2-etil-3-metil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2-etil-3-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	1.596	0.798	57.829	0.000
Error	6	0.083	0.014		
Corrected Total	8	1.678			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	1.031	10.748	2.536	0.000	0.098	Yes
1 vs 2	0.484	5.052	2.448	0.002	0.050	Yes
2 vs 3	0.546	5.696	2.448	0.001	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	3.008	A
2	2.524	B
3	1.977	C

p) pirazin, 2,6-dietil-
Analysis of variance (Variable pirazin, 2,6-dietil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.148	0.074	11.332	0.009
Error	6	0.039	0.007		
Corrected Total	8	0.187			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.311	4.709	2.536	0.008	0.098	Yes
1 vs 2	0.195	2.960	2.448	0.025	0.050	Yes
2 vs 3	0.115	1.749	2.448	0.131	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	1.514	A
2	1.319	B
3	1.203	B

q) linalooloksit

Analysis of variance (Variable linalooloksit):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.047	0.024	3.378	0.104
Error	6	0.042	0.007		
Corrected Total	8	0.089			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.176	2.579	2.536	0.092	0.098	Yes
3 vs 2	0.069	1.011	2.448	0.351	0.050	No
2 vs 1	0.107	1.568	2.448	0.168	0.050	No

Category	LS means	Groups	
3	0.921	A	
2	0.852	A	B
1	0.745		B

r) pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	2.668	1.334	24.085	0.001
Error	6	0.332	0.055		
Corrected Total	8	3.000			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	1.331	6.925	2.536	0.001	0.098	Yes
1 vs 2	0.743	3.866	2.448	0.008	0.050	Yes
2 vs 3	0.588	3.058	2.448	0.022	0.050	Yes

Category	LS means	Groups	
1	4.804	A	
2	4.061		B
3	3.474		C

s) 2-furankarboksaldehit (Furfural)

Analysis of variance (Variable 2-furankarboksaldehit (Furfural)):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	50.350	25.175	12.049	0.008
Error	6	12.536	2.089		
Corrected Total	8	62.886			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	5.297	4.488	2.536	0.010	0.098	Yes
1 vs 2	0.615	0.521	2.448	0.621	0.050	No
2 vs 3	4.682	3.967	2.448	0.007	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	13.521	A
2	12.906	A
3	8.224	B

t) pirazin, 2-etil-3,5-dimetil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2-etil-3,5-dimetil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.019	0.010	0.139	0.873
Error	6	0.414	0.069		
Corrected Total	8	0.433			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 2	0.110	0.511	2.536	0.869	0.098	No
1 vs 3	0.031	0.144	2.448	0.890	0.050	No
3 vs 2	0.079	0.367	2.448	0.726	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	0.388	A
3	0.357	A
2	0.278	A

u) 2-asetil-5-metil furan

Analysis of variance (Variable 2-asetil-5-metil furan):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.034	0.017	0.320	0.738
Error	6	0.321	0.054		
Corrected Total	8	0.356			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.150	0.792	2.536	0.721	0.098	No
3 vs 2	0.093	0.491	2.448	0.641	0.050	No
2 vs 1	0.057	0.301	2.448	0.773	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.633	A
2	0.540	A
1	0.483	A

v) furan, 2-[(metiltio)metil]-

Analysis of variance (Variable furan, 2-[(metiltio)metil]-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.751	0.375	57.602	0.000
Error	6	0.039	0.007		
Corrected Total	8	0.790			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.619	9.387	2.536	0.000	0.098	Yes
3 vs 2	0.606	9.201	2.448	0.000	0.050	Yes
2 vs 1	0.012	0.187	2.448	0.858	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	1.665	A
2	1.059	B
1	1.046	B

w) pirazin, 2,3-dietil-5-metil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2,3-dietil-5-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.051	0.026	3.586	0.095
Error	6	0.043	0.007		
Corrected Total	8	0.094			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.184	2.671	2.536	0.082	0.098	Yes
1 vs 2	0.104	1.506	2.448	0.183	0.050	No
2 vs 3	0.080	1.165	2.448	0.288	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	1.212	A
2	1.109	A B
3	1.028	B

x) pirazin, 3,5-dietil-2-metil-

Analysis of variance (Variable pirazin, 3,5-dietil-2-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.176	0.088	16.115	0.004
Error	6	0.033	0.005		
Corrected Total	8	0.209			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.337	5.581	2.536	0.003	0.098	Yes
1 vs 2	0.223	3.691	2.448	0.010	0.050	Yes
2 vs 3	0.114	1.890	2.448	0.108	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	1.383	A
2	1.161	B
3	1.047	B

y) etanon, 1-(2-furanil)-

Analysis of variance (Variable etanon, 1-(2-furanil)-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.021	0.010	0.279	0.766
Error	6	0.220	0.037		
Corrected Total	8	0.241			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 1	0.103	0.661	2.536	0.794	0.098	No
2 vs 3	0.004	0.028	2.448	0.979	0.050	No
3 vs 1	0.099	0.633	2.448	0.550	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	2.342	A
3	2.337	A
1	2.238	A

z) 1-(2-furil)-2-propanon

Analysis of variance (Variable 1-(2-furil)-2-propanon):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.130	0.065	5.897	0.038
Error	6	0.066	0.011		
Corrected Total	8	0.196			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.265	3.096	2.536	0.048	0.098	Yes
3 vs 2	0.243	2.835	2.448	0.030	0.050	Yes
2 vs 1	0.022	0.261	2.448	0.803	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.909	A
2	0.666	B
1	0.644	B

aa) pirazin, 2-metoksi-3-(2-metilpropil)-

Analysis of variance (Variable pirazin, 2-metoksi-3-(2-metilpropil)-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.012	0.006	38.716	0.000
Error	6	0.001	0.000		
Corrected Total	8	0.013			

Computed against model Y=Mean(Y)

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.091	8.783	2.536	0.000	0.098	Yes
1 vs 2	0.040	3.922	2.448	0.008	0.050	Yes
2 vs 3	0.050	4.861	2.448	0.003	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	0.498	A
2	0.458	B
3	0.407	C

bb) 2-furanmetanol, asetat

Analysis of variance (Variable 2-furanmetanol, asetat):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	43.248	21.624	20.382	0.002
Error	6	6.366	1.061		
Corrected Total	8	49.613			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	5.064	6.021	2.536	0.002	0.098	Yes
3 vs 2	4.078	4.849	2.448	0.003	0.050	Yes
2 vs 1	0.985	1.172	2.448	0.286	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	14.818	A
2	10.740	B
1	9.754	B

cc) linalool

Analysis of variance (Variable linalool):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.209	0.105	34.033	0.001
Error	6	0.018	0.003		
Corrected Total	8	0.228			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.350	7.724	2.536	0.001	0.098	Yes
1 vs 2	0.061	1.351	2.448	0.225	0.050	No
2 vs 3	0.289	6.373	2.448	0.001	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	0.885	A
2	0.824	A
3	0.535	B

dd) dimetil-2-vinilpirazin

Analysis of variance (Variable dimetil-2-vinilpirazin):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.077	0.039	2.807	0.138
Error	6	0.083	0.014		
Corrected Total	8	0.160			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.198	2.068	2.536	0.177	0.098	No
1 vs 2	0.003	0.032	2.448	0.976	0.050	No
2 vs 3	0.195	2.036	2.448	0.088	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	0.367	A
2	0.364	A
3	0.169	A

ee) 2-furankarboksaldehit, 5-metil- (5-metil furfural)

Analysis of variance (Variable 2-furankarboksaldehit, 5-metil- (5-metil furfural)):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	5.730	2.865	4.532	0.063
Error	6	3.794	0.632		
Corrected					
Total	8	9.524			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 1	1.771	2.728	2.536	0.076	0.098	Yes
2 vs 3	0.170	0.261	2.448	0.802	0.050	No
3 vs 1	1.601	2.467	2.448	0.049	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
2	11.736	A
3	11.566	A
1	9.965	B

ff) 2-furanmetanol, propanoat

Analysis of variance (Variable 2-furanmetanol, propanoat):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.390	0.195	32.881	0.001
Error	6	0.036	0.006		
Corrected					
Total	8	0.426			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.483	7.682	2.536	0.001	0.098	Yes
3 vs 2	0.383	6.090	2.448	0.001	0.050	Yes
2 vs 1	0.100	1.592	2.448	0.163	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	1.278	A
2	0.895	B
1	0.795	B

gg) 2,2'-bifuran

Analysis of variance (Variable 2,2'-bifuran):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.016	0.008	13.600	0.006
Error	6	0.003	0.001		
Corrected Total	8	0.019			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 3	0.094	4.836	2.536	0.007	0.098	Yes
2 vs 1	0.014	0.727	2.448	0.495	0.050	No
1 vs 3	0.080	4.109	2.448	0.006	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
2	0.643	A
1	0.629	A
3	0.549	B

hh) furan, 2,2'-metilenbis-

Analysis of variance (Variable furan, 2,2'-metilenbis-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	2.120	1.060	13.733	0.006
Error	6	0.463	0.077		
Corrected					
Total	8	2.583			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	1.101	4.852	2.536	0.007	0.098	Yes
3 vs 2	0.939	4.141	2.448	0.006	0.050	Yes
2 vs 1	0.161	0.712	2.448	0.503	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	2.826	A
2	1.887	B
1	1.726	B

ii) 1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil-

Analysis of variance (Variable 1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.509	0.254	23.133	0.002
Error	6	0.066	0.011		
Corrected					
Total	8	0.575			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.567	6.617	2.536	0.001	0.098	Yes
3 vs 2	0.400	4.672	2.448	0.003	0.050	Yes
2 vs 1	0.166	1.945	2.448	0.100	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	2.066	A
2	1.665	B
1	1.499	B

jj) etanon, 1-(1H-pirol-2-yl)-

Analysis of variance (Variable etanon, 1-(1H-pirol-2-yl)-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.032	0.016	0.864	0.468
Error	6	0.113	0.019		
Corrected Total	8	0.145			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.147	1.314	2.536	0.439	0.098	No
3 vs 2	0.076	0.683	2.448	0.520	0.050	No
2 vs 1	0.071	0.631	2.448	0.551	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.328	A
2	0.252	A
1	0.181	A

kk) 2-furanmetanol

Analysis of variance (Variable 2-Furanmetanol):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.543	0.271	10.954	0.010
Error	6	0.149	0.025		
Corrected Total	8	0.692			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.565	4.399	2.536	0.011	0.098	Yes
3 vs 2	0.461	3.585	2.448	0.012	0.050	Yes
2 vs 1	0.105	0.814	2.448	0.447	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	4.293	A
2	3.832	B
1	3.728	B

ll) etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-

Analysis of variance (Variable etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.215	0.108	20.521	0.002
Error	6	0.031	0.005		
Corrected Total	8	0.247			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.351	5.932	2.536	0.002	0.098	Yes
3 vs 2	0.299	5.061	2.448	0.002	0.050	Yes
2 vs 1	0.052	0.871	2.448	0.417	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	1.307	A
2	1.007	B
1	0.956	B

mm) furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil-

Analysis of variance (Variable furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.480	0.240	8.438	0.018
Error	6	0.171	0.028		
Corrected Total	8	0.651			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.533	3.870	2.536	0.019	0.098	Yes
3 vs 2	0.431	3.128	2.448	0.020	0.050	Yes
2 vs 1	0.102	0.743	2.448	0.486	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	1.031	A
2	0.600	B
1	0.498	B

nn) furan, 2-(metoksimetil)-

Analysis of variance (Variable furan, 2-(metoksimetil)-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.273	0.137	5.605	0.042
Error	6	0.146	0.024		
Corrected Total	8	0.420			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.381	2.987	2.536	0.055	0.098	Yes
3 vs 2	0.357	2.803	2.448	0.031	0.050	Yes
2 vs 1	0.023	0.184	2.448	0.860	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.859	A
2	0.501	B
1	0.478	B

oo) oksim-, metoksi-fenil-

Analysis of variance (Variable oksim-, metoksi-fenil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.053	0.026	0.532	0.613
Error	6	0.297	0.050		
Corrected Total	8	0.350			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.167	0.920	2.536	0.648	0.098	No
1 vs 2	0.157	0.864	2.448	0.421	0.050	No
2 vs 3	0.010	0.057	2.448	0.957	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	1.087	A
2	0.930	A
3	0.919	A

pp) 2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan

Analysis of variance (Variable 2,3-dihidro-6-metiltieno[2,3c]furan):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	2.628	1.314	79.912	0.0001
Error	6	0.099	0.016		
Corrected Total	8	2.727			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	1.305	12.464	2.536	< 0.0001	0.098	Yes
1 vs 2	0.461	4.399	2.448	0.005	0.050	Yes
2 vs 3	0.844	8.064	2.448	0.000	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	3.858	A
2	3.398	B
3	2.553	C

qq) furan, 2-etil-

Analysis of variance (Variable furan, 2-etil-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.184	0.092	7.082	0.026
Error	6	0.078	0.013		
Corrected Total	8	0.262			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.350	3.761	2.536	0.022	0.098	Yes
3 vs 2	0.163	1.750	2.448	0.131	0.050	No
2 vs 1	0.187	2.010	2.448	0.091	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.728	A
2	0.565	A B
1	0.377	B

rr) pentiltiyofen

Analysis of variance (Variable pentiltiyofen):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.021	0.011	23.256	0.001
Error	6	0.003	0.000		
Corrected Total	8	0.024			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.111	6.354	2.536	0.002	0.098	Yes
1 vs 2	0.018	1.032	2.448	0.342	0.050	No
2 vs 3	0.093	5.322	2.448	0.002	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
1	0.533	A
2	0.515	A
3	0.423	B

ss) N-furfuril pirol

Analysis of variance (Variable N-furfuril pirol):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	1.254	0.627	11.920	0.008
Error	6	0.316	0.053		
Corrected Total	8	1.570			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.870	4.645	2.536	0.008	0.098	Yes
3 vs 2	0.679	3.625	2.448	0.011	0.050	Yes
2 vs 1	0.191	1.021	2.448	0.347	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	3.677	A
2	2.998	B
1	2.807	B

tt) fenol, 2-metoksi- (Guaiakol)

Analysis of variance (Variable fenol, 2-metoksi- (Guaiakol)):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.297	0.148	8.213	0.019
Error	6	0.108	0.018		
Corrected Total	8	0.405			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.443	4.032	2.536	0.016	0.098	Yes
3 vs 2	0.261	2.375	2.448	0.055	0.050	No
2 vs 1	0.182	1.657	2.448	0.149	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.719	A
2	0.459	A B
1	0.277	B

uu) fenol, 4-etil-2-metoksi-

Analysis of variance (Variable fenol, 4-etil-2-metoksi-):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.218	0.109	10.487	0.011
Error	6	0.062	0.010		
Corrected Total	8	0.281			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.361	4.332	2.536	0.012	0.098	Yes
3 vs 2	0.288	3.452	2.448	0.014	0.050	Yes
2 vs 1	0.073	0.880	2.448	0.413	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.849	A
2	0.561	B
1	0.488	B

vv) 4-vinil-2-metoksi-fenol

Analysis of variance (Variable 4-vinil-2-metoksi-fenol):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.124	0.062	1.709	0.259
Error	6	0.217	0.036		
Corrected Total	8	0.341			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 3	0.280	1.800	2.536	0.248	0.098	No
2 vs 1	0.083	0.534	2.448	0.613	0.050	No
1 vs 3	0.197	1.266	2.448	0.253	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	1.939	A
1	1.856	A
3	1.660	A

Ek 12. Türk kahvesi örneklerinde saptanan lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) Kavrulmuş/yanık

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.328	0.164	0.883	0.461
Error	6	1.115	0.186		
Corrected Total	8	1.443			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.433	1.230	2.536	0.480	0.098	No
3 vs 2	0.063	0.178	2.448	0.865	0.050	No
2 vs 1	0.370	1.052	2.448	0.333	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	3.413	A
2	3.351	A
1	2.981	A

b) Baharatımsı

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.142	0.071	0.625	0.567
Error	6	0.684	0.114		
Corrected Total	8	0.826			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 1	0.297	1.078	2.536	0.560	0.098	No
2 vs 3	0.078	0.283	2.448	0.787	0.050	No
3 vs 1	0.219	0.795	2.448	0.457	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	1.535	A
3	1.457	A
1	1.238	A

c) Ac1

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	2.364	1.182	31.286	0.001
Error	6	0.227	0.038		
Corrected Total	8	2.591			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	1.241	7.818	2.536	0.001	0.098	Yes
3 vs 2	0.786	4.953	2.448	0.003	0.050	Yes
2 vs 1	0.455	2.865	2.448	0.029	0.050	Yes

Category	LS means	Groups
3	2.845	A
2	2.059	B
1	1.604	C

d) Ekşi

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	1.755	0.877	15.989	0.004
Error	6	0.329	0.055		
Corrected Total	8	2.084			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	1.015	5.305	2.536	0.004	0.098	Yes
1 vs 2	0.832	4.348	2.448	0.005	0.050	Yes
2 vs 3	0.183	0.957	2.448	0.376	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	2.708	A
2	1.876	B
3	1.693	B

e) Tatlı

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.045	0.023	3.988	0.079
Error	6	0.034	0.006		
Corrected Total	8	0.079			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.162	2.630	2.536	0.086	0.098	Yes
1 vs 2	0.026	0.425	2.448	0.686	0.050	No
2 vs 3	0.136	2.206	2.448	0.070	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	0.342	A
2	0.316	A B
3	0.180	B

f) Tuzlu

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.117	0.058	4.015	0.078
Error	6	0.087	0.015		
Corrected Total	8	0.204			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.266	2.695	2.536	0.080	0.098	Yes
1 vs 2	0.208	2.106	2.448	0.080	0.050	No
2 vs 3	0.058	0.589	2.448	0.577	0.050	No

Category	LS means	Groups
1	1.189	A
2	0.981	A B
3	0.923	B

g) Burukluk

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.048	0.024	0.244	0.791
Error	6	0.587	0.098		
Corrected Total	8	0.635			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 3	0.171	0.670	2.536	0.789	0.098	No
2 vs 1	0.042	0.164	2.448	0.875	0.050	No
1 vs 3	0.129	0.506	2.448	0.631	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	1.176	A
1	1.134	A
3	1.005	A

h) Odunumsu

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.537	0.268	7.028	0.027
Error	6	0.229	0.038		
Corrected Total	8	0.766			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.592	3.710	2.536	0.023	0.098	Yes
3 vs 2	0.221	1.386	2.448	0.215	0.050	No
2 vs 1	0.371	2.324	2.448	0.059	0.050	No

Category	LS means	Groups	
3	1.612	A	
2	1.391	A	B
1	1.020		B

i) Fermente

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.355	0.178	15.659	0.004
Error	6	0.068	0.011		
Corrected Total	8	0.423			

Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
1 vs 3	0.484	5.566	2.536	0.003	0.098	Yes
1 vs 2	0.198	2.280	2.448	0.063	0.050	No
2 vs 3	0.286	3.286	2.448	0.017	0.050	Yes

Category	LS means	Groups	
1	1.347	A	
2	1.149	A	
3	0.863		B

j) Toprağımsı

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.027	0.013	0.391	0.692
Error	6	0.206	0.034		
Corrected Total	8	0.233			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
3 vs 1	0.134	0.884	2.536	0.669	0.098	No
3 vs 2	0.064	0.424	2.448	0.686	0.050	No
2 vs 1	0.070	0.461	2.448	0.661	0.050	No

Category	LS means	Groups
3	0.975	A
2	0.911	A
1	0.841	A

k) Tütünümsü

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	2	0.002	0.001	0.025	0.976
Error	6	0.292	0.049		
Corrected Total	8	0.295			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Q1 / Duncan / Analysis of the differences between the categories with a confidence interval of 95%:

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
2 vs 3	0.040	0.222	2.536	0.973	0.098	No
2 vs 1	0.017	0.094	2.448	0.928	0.050	No
1 vs 3	0.023	0.128	2.448	0.902	0.050	No

Category	LS means	Groups
2	0.842	A
1	0.825	A
3	0.802	A