

## Türk Kahvesinin Lezzetini Oluşturan Uçucu Bileşenlerin Belirlenmesinde Uygun Yöntemin Seçilmesi

Jülide Kıvançlı, Yeşim Elmacı ✉

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

*Geliş Tarihi (Received): 18.09.2014, Kabul Tarihi (Accepted): 25.11.2014*✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): yesim.elmaci@ege.edu.tr (Y. Elmacı)*

☎ 0 246 211 80 72 📠 0 246 211 17 76

### ÖZET

Bu çalışmada Türk kahvesinin lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerinin gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS) analizi ile saptanmasında en uygun izolasyon yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla manuel tepe boşluğu (HS), sıvı-sıvı ekstraksiyon ve dört farklı fiberin (Poliakrilat-PA, Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen-PDMS/DVB, Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan-DVB/CAR/PDMS, Karboksen/Polidimetilsiloksan-CAR/PDMS) denendiği tepeboşluğu/katı faz mikro ekstraksiyon (HS/SPME) teknikleri uygulanmıştır. Türk kahvesi örneğinden manuel HS izolasyon yöntemiyle 25, sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemiyle 29, HS/SPME izolasyon yöntemiyle PA fiber kullanılarak 14, PDMS/DVB fiber kullanılarak 49, DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak 65, CAR/PDMS fiber kullanılarak 63 adet uçucu bileşen izole edilmiştir. İzole edilen uçucu bileşen sayıları, tanımlanamayan bileşen oranları, farklı bileşik gruplarına duyarlılıkları ve duyuşsal terim karşılıkları açısından değerlendirildiğinde en uygun yöntemin DVB/CAR/PDMS fiberin kullanıldığı HS/SPME yöntemi olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Türk kahvesi, Türk kahvesi lezzeti, Türk kahvesi uçucu lezzet bileşenleri

### Determination the Best Method for the Isolation of Volatile Compounds of Characteristic Turkish Coffee Flavour

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the best method for the isolation of the volatile compounds of characteristic Turkish coffee flavour by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) analysis. For this purpose manual headspace (HS), liquid-liquid extraction methods and headspace/solid phase micro extraction (HS/SPME) method, in which four different fibers (Polyacrilate-PA, Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene-PDMS/DVB, Divinylbenzene/Carboxene/Polydimethylsiloxane-DVB/CAR/PDMS, Carboxene/Polydimethylsiloxane-CAR/PDMS) were tested. A total of 25 volatiles by manual HS, 29 volatiles by liquid-liquid extraction, 14 volatiles by PA fiber, 49 volatiles by PDMS/DVB fiber, 65 volatiles by DVB/CAR/PDMS, 63 volatiles by CAR/PDMS by HS/SPME were isolated from Turkish coffee. By considering the number of volatile compounds, ratio of unidentified compounds, sensitivity to different compound groups and sensory term equivalents, the best results were obtained with the HS/SPME method in which the Divinylbenzene/Carboxene/Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) fiber was used.

**Key Words:** Turkish coffee, Turkish coffee flavour, Volatile flavour compounds of Turkish coffee

## 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 [1].

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 [2, 3]. Türk kahvesi edebiyattan günlük yaşantıya dek tüm geleneklere girmiş ve iz bırakmıştır. Türk kahvesinin hazırlanmasında kullanılan malzemeler, kahvehaneler [4-9], Türk kahvesinin sağlık üzerine etkileri, özellikle de antioksidan etkisi ile ilgili bazı çalışmalar gerçekleştirilmiş [10-12] olduğu belirlenmiş, ancak Türk kahvesinin lezzeti ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Kahve lezzeti konusunda yapılan çeşitli araştırmalarla bugüne kadar 800'den fazla farklı lezzet bileşiği saptanmıştır [13-15]. Kahvenin bu karmaşık lezzet bileşimi kahvenin botanik türü, işleme, öğütme ve ambalajlama gibi pek çok faktörden etkilenmekte birlikte kahve lezzetini belirleyen en önemli aşamaların kavurma ve pişirme aşamaları olduğu bilinmektedir [15].

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. Dünyada filtre kahve, espresso ve plunger gibi çeşitli kahve içeceklerinin lezzet ve uçucu bileşenlerinin tanımlanması amacıyla pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir [14-27]. Filtre kahve, espresso ve plunger gibi kahvelerde uçucu bileşenlerin izolasyonunda sıvı-sıvı ekstraksiyon, manuel tepe boşluğu, ve katı faz mikroekstraksiyon (SPME) teknikleri kullanılmıştır [14-28]. Yapılan kaynak taramasında Türk kahvesinin uçucu bileşenleri ile ilgili çalışmada olmadığı görülmüştür.

Bu çalışmada Türk kahvesi örneklerinin uçucu bileşenlerinin gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS) ile saptanmasında en uygun izolasyon yönteminin seçilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla manuel tepe boşluğu (HS), sıvı-sıvı ekstraksiyon ve dört farklı fiberin denendiği tepe boşluğu/katı faz mikroekstraksiyon (HS/SPME) teknikleri uygulanarak en uygun yöntem belirlenmiştir. 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. Bu çalışmanın Türk kahvesinin lezzetini oluşturan uçucu

bileşenlerin izolasyonunda uygun yöntemin belirlenmesi açısından kaynak boşluğunun doldurulması ve bu alanda yapılacak diğer çalışmalara yol göstermesi bakımından önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada materyal olarak piyasadan temin edilen aynı partiye ait Arabika türü kahve çekirdeğinden hazırlanmış olan orta kavrulmuş, ince öğütülmüş Türk kahvesi örnekleri kullanılmıştır.

### Yöntem

#### Pişirme

Pişirme yönteminin standart olmasını sağlamak için Arçelik K-3190 Telve Türk Kahvesi Makinesi kullanılarak Türk kahvesi hazırlanmıştır. Örneklerin pişirilmesinde aynı partiye ait Erikli marka şişelenmiş içme suyu kullanılmış ve örnekler şekeriz 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 deneyerek pişirilen örnekler sıralama testi [29] uygulanmıştır. Panel 8 eğitilmiş panelistle 2 oturumda 2 tekrar halinde gerçekleştirilmiş ve panelistlerden tercih sıralaması yapmaları istenmiştir. 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 kullanılan Türk kahvesi örnekleri 5 g kahve/ 65 mL su oranı ile hazırlanmıştır.

#### Manuel tepe boşluğu (HS) yöntemi

Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin izolasyonu için Maetz ve ark. [16], Andueza ve ark. [22] ve Sanz ve ark. [30] tarafından önerilen manuel tepe boşluğu (HS) yöntemi Türk kahvesi örneklerine uyarlanarak kullanılmıştır. Pişirme başlığı altında anlatıldığı şekilde pişirilen Türk kahvesinden 20 mL kahve 40 mL'lik septalı vial alınmıştır. Vial 60 °C'deki blok ısıtıcıda 30 dakika 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 (gazi) GC/MS'e enjekte edilmiştir.

#### Sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemi

Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile izolasyonu için Heath and Reinieccius [31] tarafından önerilen yöntem Türk kahvesi örneklerine uyarlanarak kullanılmıştır. Pişirme başlığı

altında anlatıldığı şekilde pişirilen Türk kahvesi süzülerek, 100 mL süzülmuş kahve sıvı-sıvı 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 erlenide toplanmıştır. Ekstraksiyon 6 saat süreyle gerçekleştirilmiş 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.

### **Tepe Boşluğu/Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS/SPME) Yöntemi**

Türk kahvesi örneklerinden uçucu lezzet bileşenlerinin izolasyonu için Bicchi ve ark. [17], Rocha ve ark. [19], Akiyama ve ark. [32], Zambonin ve ark. [33], Lopez-Galilea ve ark. [20], Akiyama ve ark. [14] ve Akiyama ve ark. [15] tarafından uygulanan HS/SPME yöntemlerinde kullanılan fiberler ve parametreler deneneren en uygun fiber ve izolasyon koşulunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 85 µm'lik Poliakrilat (PA), 65 µm'lik Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen (PDMS/DVB), 50/30 µm'lik Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) ve 85 µm'lik Karboksen/Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS), fiberler kullanılmıştır. Pişirme başlığı altında anlatıldığı şekilde pişirilen Türk kahvesinden 20 mL kahve 40 mL'lik septali vial alınmıştır. Ön denemelerde vial 60°C'deki blok ısıtıcısında vialin tepeboşluğuna SPME fiberi daldırılarak 20, 30 ve 40 dakika 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 dakika fiber tepe boşluğuna daldırılmış olarak bekletilmesine karar verilmiştir.

### **Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS) Analizi**

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. Taşıyıcı gaz olarak helyum (1.6mL/dk) ve DB-Wax (60 m x 0.25 mm x 0.50 µm) kolon kullanılan çalışmada enjeksiyon sıcaklığı 250°C, fırın sıcaklık programı ise 50°C (2 dakika) // 3°C/dakika // 220°C (20 dakika) olarak belirlenmiştir. Bölünmesiz (splitless) enjeksiyon yapılmış, 70 eV elektron enerjisi, 50-550 kütle aralığında çalışılmıştır. Türk kahvesi örneklerindeki uçucu bileşenler WILEY ve NIST

kütüphaneleri kullanılarak tanımlanmıştır. Tüm analizler 3 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Türk kahvesi örneklerinden uçucu bileşenlerin izolasyonu amacıyla uygulanan manuel HS, sıvı-sıvı ekstraksiyon ve HS/SPME yöntemi ile izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve literatürden belirlenen duyuşal terim karşılıkları sırasıyla Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te, üç izolasyon yöntemiyle elde edilen uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 1 ve 2'den görüldüğü gibi Türk kahvesi örneğinden manuel HS izolasyon yöntemiyle toplam 25 adet uçucu bileşen izole edilmiş, bu bileşenlerin 14 adeti tanımlanamamış, sıvı-sıvı ekstraksiyonu yöntemiyle ise toplam 29 adet uçucu bileşen izole edilmiş olup bu bileşenlerin 2 adeti tanımlanamamıştır. Manuel HS yönteminde tanımlanamayan bileşen yüzdesinin diğer yöntemlere göre yüksek (%40.98) olduğu ve bu yöntemle saptanan uçucu bileşenler arasında kahvenin önemli bileşen gruplarından olan pirazin, furan ve pirol grubu bileşenlerin saptanmadığı belirlenmiştir. Sıvı-sıvı ekstraksiyon yönteminde ise tanımlanamayan bileşen yüzdesi diğer yöntemlere göre düşük (%4.79) olmakla birlikte kahvenin önemli bileşen gruplarından olan pirazin ve pirol grubu bileşenlerin bu izolasyon yöntemi ile saptanmadığı görülmektedir (Tablo 4). Nitekim, Sanz ve ark. [18] arabika ve robusta kahve çekirdeği içeren kahve karışımlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında pirazin ve furanların yüksek oranda bulunduğunu ve söz konusu kahveler için bu bileşiklerin karakteristik olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, söz konusu yöntemlerle izole edilen bileşenlerin duyuşal terim karşılıkları incelendiğinde kahve lezzeti ile ilgili tanımları içeren bileşenlerin saptanmadığı da görülmektedir.

Tablo 3'ten görüldüğü gibi, Türk kahvesi örneğinden HS/SPME izolasyon yöntemiyle PA fiber kullanılarak 14 adet uçucu bileşen izole edilmiş, bu bileşenlerden 2 adedi tanımlanamamış, PDMS/DVB fiber kullanılarak 49 adet uçucu bileşen izole edilmiş, bu bileşenlerden 13 adedi tanımlanamamıştır. PA fiber ile tanımlamayan bileşen yüzdesinin %7.58 olduğu ve pirazin grubu bileşenlerin bu fiber ile saptanmadığı, PDMS/DVB fiber ile tanımlamayan bileşen yüzdesinin %10.89 olduğu görülmektedir (Tablo 4). DVB/CAR/PDMS fiber kullanılarak 65 adet uçucu bileşen izole edilmiş, bu bileşenlerden 11 adedi tanımlanamamış, CAR/PDMS fiber kullanılarak 63 adet uçucu bileşen izole edilmiş, bu bileşenlerden 16 adedi tanımlanamamıştır (Tablo 3). Ayrıca izole edilen bileşenlerin duyuşal terim karşılıkları da göz önüne alındığında söz konusu fiber ile izole edilen bileşenlerin kahve lezzeti ile ilişkili olduğu da saptanmıştır. Tablo 4'ten görüldüğü gibi, DVB/CAR/PDMS fiber ile tanımlamayan bileşen yüzdesinin %4.89 olduğu, CAR/PDMS fiber ile tanımlamayan bileşen yüzdesinin %5.42 olduğu saptanmıştır.

Tablo 1. Türk kahvesi örneğinde manuel HS yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

t <sub>R</sub> (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan ± standart sapma (n=3)	Duyusal Terim*
15.590	Tanımlanamayan bileşen	0.25±0.43	
20.430	Heptanal	7.13±1.25	Yağlı, narenciye, acılaşmış yağ
23.006	Tanımlanamayan bileşen	3.10±0.10	
25.334	Oktanal	4.97±0.21	Keskin, narenciye benzeri
28.066	Tanımlanamayan bileşik	1.58±0.07	
30.147	Nonanal	4.14±0.66	Yağlı-gül benzeri, çiçeğimsi
32.639	Tanımlanamayan bileşik	1.12±0.97	
33.879	Pentadekan, 2,6,10,14-tetrametil	28.56±0.68	
34.187	Tanımlanamayan bileşik	8.36±0.15	
34.953	Tanımlanamayan bileşik	6.80±0.49	
35.324	Tanımlanamayan bileşik	2.31±0.15	
36.033	Tanımlanamayan bileşik	3.56±0.14	
36.393	Benzaldehit	1.72±0.06	Badem
37.680	Tanımlanamayan bileşik	1.20±0.10	
38.171	Tanımlanamayan bileşik	3.99±0.38	
39.760	Tanımlanamayan bileşik	1.95±0.14	
40.204	Tanımlanamayan bileşik	3.24±0.46	
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
44.011	Oksim, metoksi-fenil	5.33±0.83	Çiçeğimsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı terimsi
44.411	Pentanoik asit	0.37±0.64	
44.498	Anti-4-Aza-B-homo-5.alfa.-kolestan-3-on	1.98±0.67	
48.414	Hegzanoik asit	1.76±0.08	Ekşimiş, yağlı, terimsi, peynirimsi
51.625	Tanımlanamayan bileşik	0.57±0.51	
52.197	Heptanoik asit	0.92±0.80	Mumsu, peynirimsi, fermente, yağlı
55.803	Tanımlanamayan bileşik	2.97±0.13	

\*[16, 25, 27, 34-44]

Tablo 2. Türk kahvesi örneğinde sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemiyle saptanan uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları

t <sub>R</sub> (dk)	Uçucu Bileşen	% Alan ±standart sapma (n=3)	Duyusal Terim*
9.080	oktan	13.21±3.88	gazyağı benzeri
10.963	tanımlanamayan bileşen	4.15±7.18	-
11.295	nonane	9.02±8.01	gazyağı benzeri
12.614	heptan	4.14±1.04	tatlı, eterimsi
14.192	dekan	8.11±2.34	-
15.101	2-pentanon, 4-metil-	5.92±1.74	yeşil, baharatımsı, meyvemsi, eterimsi
16.081	1-deken	0.21±0.37	-
16.444	toluen	2.02±3.50	tatlı, keskin
16.862	toluen	5.79±5.06	tatlı, keskin
23.102	dodekan	3.17±0.70	alkan
25.367	1-dodeken	2.61±0.41	-
30.734	1-hegzanol	3.14±0.87	baharatımsı, yakıcı, yeşil, meyvemsi
32.381	tetradekan	3.47±0.96	mumsu
34.579	1-tetradeken	3.31±1.02	-
39.028	2-furanmetanol, asetat	0.48±0.83	meyvemsi, tatlı, muzumsu
40.989	hegzadekan	2.52±0.90	mumsu
41.157	5-metilfurfural	1.95±1.71	karamelimsi, tatlı, ekmeğimsi, kahve benzeri
43.061	1-hegzadeken	2.09±1.83	-
44.107	2-furanmetanol (furfuril alkol)	1.51±1.31	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
48.810	oktadekan	0.27±0.46	-
49.525	dodekanoik asit, metil ester	0.32±0.55	misk
50.751	1-oktadeken	0.32±0.55	-
55.955	tanımlanamayan bileşik	0.64±1.10	-
56.818	tetradekanoik asit, metil ester	0.64±1.10	yağlı, mumsu
64.216	hegzadekanoik asit, metil ester	7.23±4.23	yağlı, mumsu
70.621	1,3,4,6,7,8-hegzahidro-4,6,6,7,8,8-hegzametil siklopenta(G)-2-benzopiran	2.07±3.59	misk
72.975	dietilfitalat	1.06±1.84	çok hafif aromatik koku
74.796	heptadekanoik asit, 16-metil-	0.80±1.38	-
76.510	9-oktadekanoik asit, metil ester	9.84±5.84	yağlı, mumsu

\*[16, 25, 27, 34-44]

Tablo 3. Türk kahvesi örneğinden HS/SPME yöntemi ile PA, PDMS/DVB, DVB/CAR/PDMS ve CAR/PDMS fiber kullanılarak izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuusal terim karşılıkları

t <sub>R</sub> (dk)	Uçucu bileşen	%Alan ± standart sapma				Duyuusal Terim*
		HS/SPME				
		PA	PDMS/DVB	DVB/CAR/PDMS	CAR/PDMS	
8.560	furan, 2-metil	-	-	-	0.73±0.21	çikolata, karamel, badem, fındığımsı, meyan kökü
9.758	tanımlanamayan bileşen	-	-	-	0.35±0.28	
10.874	2,5-dimetilfuran	-	-	-	0.06±0.06	kimyasal, eterimsi, etimsi
14.297	toluen	-	-	-	0.09±0.14	tatlı, keskin
14.628	2,3-pentandion	-	-	-	1.60±0.14	yağlı, tostumsu
15.279	2-vinilfuran	-	-	-	0.62±0.22	
14.627	tanımlanamayan bileşen	-	-	-	0.11±0.09	
15.285	3-metilpiridazin	-	-	0.79±0.33		sardunya benzeri, acı, kinin benzeri
15.553	tanımlanamayan bileşen	-	-	-	0.74±0.04	
16.211	tiyofen, 2-metil-	-	-	-	0.16±0.27	kükürdümsü, soğan, sarımsak, kavrulmuş, yeşil, kül
18.479	1H-pirol, 1-metil-	-	-	0.40±0.48	2.01±0.09	tatlı, sıcak, fındığımsı, eterimsi, is, odunumsu
18.996	fenol, 3-metil-	-	-	1.23±0.59	2.04±0.36	fenolik
20.412	1H-pirol, 1-etil-	-	-	-	0.64±0.14	yanık
20.449	tanımlanamayan bileşen	-	0.85±0.73	-	0.14±0.24	
20.480	1,3,3a,4,5,7a-hekshidro-trans-isobenzofuran	-	-	0.60±0.52		
21.017	piridin	-	0.35±0.60	1.49±0.43	5.22±0.52	is, balığımsı, amin benzeri
21.474	2-(2-propenil)-furan	-	-	0.10±0.18	0.16±0.28	
22.178	pirazin	-	-	-	0.68±0.18	fındığımsı, yakıcı, tatlı mısır benzeri, kavrulmuş fındık kabuğu
22.909	furan, 2-(metoksimetil)-	-	-	-	0.58±0.17	kavrulmuş kahve
23.052	./-.-2-metoksi-3,8-dioksosefalotaks-1-ene	-	-	0.24±0.21	-	
23.544	tanımlanamayan bileşen	-	-	-	0.63±0.20	
24.760	pirazin, metil-	-	0.69±0.60	2.74±0.30	6.51±0.22	fındığımsı, kavrulmuş, kakao, patlamış mısır
25.367	4-metiltiazol	-	-	-	0.38±0.34	fındığımsı, yeşil, sebze, etimsi, soğan, sarımsak
25.397	benzene, 1-metoksi-4-metil-	-	-	0.38±0.29	-	meyvemsı, eterimsi, sümbülömsü
27.418	pirazin, 2,5-dimetil-	-	0.27±0.47	1.56±0.14	1.96±0.15	çikolata, kavrulmuş fındık, toprağımsı
27.681	pirazin, 2,6-dimetil-	-	0.47±0.41	1.31±0.18	1.79±0.19	kahve, çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
27.927	pirazin, etil-	-	0.87±0.15	1.71±0.38	2.92±0.19	fındığımsı, kahve, kakao, kavrulmuş, fermente, küfümsü, çikolata-yerfıstığı
28.095	tanımlanamayan bileşen	-	-	0.42±0.37	0.26±0.28	
28.556	pirazin, 2,3-dimetil-	-	-	0.47±0.05	0.65±0.06	küfümsü, fındık iç kabuğu, kakao
30.238	pirazin, 2-etil-6-metil-	-	3.71±0.56	3.62±0.28	2.50±0.27	tozumsu, kavrulmuş kahve, ekmeğımsi
30.573	pirazin, 2-etil-5-metil-	-	1.94±0.26	2.00±0.12	1.34±0.12	kimyon, kavrulmuş, meyvemsı-çiçeğımsi, toprağımsı
31.139	pirazin, 2-etil-3-metil-	-	2.20±0.33	2.34±0.21	1.73±0.15	fındığımsı, kavrulmuş, hafif çimenimsi, kimyon
						patates, yanık, fındığımsı, kavrulmuş, tahıl, toprağımsı

Tablo 3. Türk kahvesi örneğinden HS/SPME yöntemi ile PA, PDMS/DVB, DVB/CAR/PDMS ve CAR/PDMS fiber kullanılarak izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşal terim karşılıkları (Devam)

t <sub>R</sub> (dk)	Uçucu bileşen	%Alan ± standart sapma				Duyuşal Terim*
		HS/SPME				
		PA	PDMS/DVB	DVB/CAR/PDMS	CAR/PDMS	
32.385	pirazin, 2,6-dietil-	-	1.54±0.14	1.26±0.12	0.65±0.04	çikolata, kavrulmuş fındık, kızarmış patates
32.564	trans-linalooloksit	-	0.84±0.21	0.91±0.11		çiçeğimsi, hoş, narenciye, terpen, toprağimsi, hafif bergamut, yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
32.574	tanımlanamayan bileşen	-			0.69±0.09	
32.844	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	-	4.27±0.50	3.40±0.19	1.81±0.15	kavrulmuş fındığımsı tatlı, odunumsu,
33.448	furfural	7.89±1.10	3.57±0.52	12.31±0.86	20.80±0.77	ekmeğimsi, badem, fındığımsı, yanık, yakıcı, karamelimsi
33.608	pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-2-metoksikarbonil-2-(cis-2'pentenil)-3-metoksi karbonilsetilsiklopentan	-	1.65±0.17	1.17±0.10	0.60±0.06	kavrulmuş fındığımsı petrol benzeri
33.889	3-hidroksimandelik asit, etil ester, di-TMS	23.57±2,32		-		
34.208	tanımlanamayan bileşen	-		1.24±.29		
34.214	tanımlanamayan bileşen	5.58±0.65	1.85±0.59	-	0.81±0.40	
34.559	furan, 2-[(metiltio)metil]-	-	1.13±0.20	0.99±0.11	0.78±0.18	kahvemsı, kuvvetli hardal, sarımsak, yanık, et, duman-kavrulmuş küfümsü, fındığımsı, etimsi, sebze,
34.822	pirazin, 2,3-dietil-5-metil-	-	1.35±0.13	0.82±0.17	0.36±0.05	kavrulmuş fındık, kızarmış ekmeç, patates, kakao, toprağimsi
34.936	4-etil-2,5,6-trimetilprimidin	-		1.46±0.06	0.70±0.15	fındığımsı, patlamış mısır, kavrulmuş fındığımsı
34.965	pirazin, 3,5-dietil-2-metil-	-	2.07±0.09			
34.980	tanımlanamayan bileşen	0.86±1.49		-	0.28±0.02	
35.374	etanon, 1-(2-furanyl)-	-	1.46±0.17	1.98±0.10	2.42±0.07	meyvemsı, tatlı, karamelimsi
35.774	1-(2-furil)-2-propanon	-	1.13±0.15	0.91±0.05	0.52±0.06	karamelimsi, meyvemsı, baharatımsı, tatlı
36.054	9H-pirolol[3',4':3,4] pirolol [2,1-a]fitalazin-9,11(10H)-dion,10-etil-8-fenil	-		0.73±0.05		
36.068	tanımlanamayan bileşen	-	0.71±0.61		0.42±0.07	
36.135	pirazin, 2-metoksi-3-isobutil-	-		0.06±0.10		yeşil
36.260	2-furanmetanol, asetat	4.97±0.77	9.97±1.53	9.04±0.92	6.79±1.26	meyvemsı, tatlı, muzumsu
36.437	benzaldehit	-		1.43±0.09	0.92±0.11	Badem
36.445	linalool	-	1.73±0.27			çiçeğimsi, narenciye, portakal, limon, aldehit benzeri, odunumsu, tatlımsı-meyvemsı
36.918	2-aminosiklopenteno[e] piridin	-	-	0.22±0.02	-	-
37.695	tanımlanamayan bileşen	-	-	0.07±0.12	-	-
38.283	5-metil furfural	8.85±1.01	8.80±0.81	10.99±0.60	10.91±0.98	karamelimsi, tatlı, ekmeğimsi, kahve benzeri
38.763	2-furanmetanol, propanoat (furfuril propionat)	-	1.25±0.23	0.85±0.04	0.33±0.08	meyvemsı, tatlı, yeşil muz, yağlı, kahve, baharatımsı

Tablo 3. Türk kahvesi örneğinden HS/SPME yöntemi ile PA, PDMS/DVB, DVB/CAR/PDMS ve CAR/PDMS fiber kullanılarak izole edilen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve duyuşsal terim karşılıkları (Devam)

t <sub>R</sub> (dk)	Uçucu bileşen	%Alan ± standart sapma				Duyuşsal Terim*
		HS/SPME				
		PA	PDMS/DVB	DVB/CAR/PDMS	CAR/PDMS	
39.074	2,2'-bifuran	-	1.05±0.15	0.69±0.04	0.36±0.14	aromatik, ilacımsı, kamfor
39.421	furan, 2,2'-metilenbis-1,1-bis[4-(dimetilaminofenil)-5-(dimetilamino)-isobenzofuran-3-on	-	3.20±0.39	1.95±0.09	0.70±0.07	acı, keklik özümü
39.775	-	-	-	0.27±0.24	-	
40.051	tanımlanamayan bileşen	-	0.92±0.16	0.61±0.07	0.15±0.13	
40.221	tanımlanamayan bileşen	1.14±1.98	0.87±0.76	0.99±0.58	0.33±0.02	
40.238	silandiöl, dimetil	-	-	-	0.62±0.55	
40.547	1H-pirol-2-karboksaldehit, 1-metil	-	1.85±0.33	1.78±0.23	1.25±0.16	kahve
41.107	tanımlanamayan bileşen	-	-	0.47±0.14	-	
41.314	2-furanmetanol	4.59±0.22	1.68±0.08	2.50±0.30	3.57±0.15	yanık, tatlı, karamelimsi, kahve
41.599	tanımlanamayan bileşen	-	0.40±0.34	0.39±0.15	-	
41.804	etanon, 1-(1-metil-1H-pirol-2-yl)-	-	1.98±0.13	1.16±0.14	0.57±0.12	toprağımsı
42.170	furan, 2-(2-furanilmetil)-5-metil-	-	1.48±0.04	0.66±0.05	-	meyankökü benzeri
42.490	benzenamin, 2-metoksi-asetaminofen	-	-	0.37±0.04	-	balığımsı, amin benzeri
42.503	7-kloro-2,3-dihidro-3-(4-N, N-imetilaminobenzilidene)-5-fenil-1H-1,4-benzodiazepin-2-on	-	0.28±0.11	-	-	valium etken maddesi
42.570	-	-	-	0.12±0.11	-	
42.667	bütanoik asit, 3-metil-, 2-furanilmetil ester	-	-	0.18±0.16	-	ekşimiş, eterimsi
43.069	tanımlanamayan bileşen	-	0.33±0.57	-	0.23±0.03	
43.388	2-tiyofenkarboksaldehit	-	-	0.64±0.22	0.26±0.05	tatlı, badem, meyvemsi, fındığımsı, kirazımsı
43.873	pirazin	-	-	0.29±0.25	0.17±0.15	fındığımsı, yakıcı, kavrulmuş fındık kabuğu
44.022	oksim, metoksi-fenil	5.84±2.06	4.06±2.23	2.64±1.20	2.51±2.35	çiçeğımsi, meyvemsi, hafif yeşil, tatlımsı
44.673	tanımlanamayan bileşen	-	0.54±0.48	0.08±0.14	-	
44.799	benzen, 1-isosiyano-4-metil-2,3-dihidro-6-metiltieno [2,3c]furan (kahveofuran)	-	-	0.50±0.10	-	badem
45.188	-	5.43±1.08	6.15±0.75	3.44±0.28	1.30±0.20	kahvemsi, dumanımsı
46.624	metilsalisilat	-	0.56±0.10	0.18±0.16	-	nane, tatlı, fenolik
47.680	tanımlanamayan bileşen	-	1.14±0.14	0.63±0.04	0.09±0.15	
48.086	1H-pirol, 1-(2-furanilmetil)-(furfuril pirol)	9.43±1.94	-	4.06±0.30	1.11±0.19	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu meyvemsi, kahve
48.102	N-furfurilpirol	-	8.12±0.95	-	-	sebze benzeri, soğan, keskin metalik, plastik, yeşil, mumsu meyvemsi, kahve
49.206	tanımlanamayan bileşen	-	0.15±0.27	-	-	
49.285	fenol, 2-metoksi (Guaiakol)	-	0.54±0.47	0.43±0.04	0.25±0.02	fenolik, ilacımsı, plastik (rio lezzeti)
49.578	6-aza-5,7,12,14-tetratiapentasen	0.95±1.64	-	-	-	
50.732	tanımlanamayan bileşen	-	1.15±0.98	0.53±0.06	-	
52.618	tanımlanamayan bileşen	-	1.08±0.17	0.54±0.16	0.10±0.17	
53.443	tanımlanamayan bileşen	-	0.91±0.47	0.17±0.14	0.09±0.16	
55.155	7,7-dimetilbisiklo[3.3.0]oktan-2-on	2.69±0.73	-	-	-	
55.161	4-etil-2-metoksifenol	-	1.12±0.32	0.53±0.13	-	fenolik, baharatımsı, karanfilimsi, ilacımsı, odunumsu, hafif vanilya
60.614	2-metoksi-4-vinilfenol	18.21±3.23	5.77±0.59	2.00±0.08	-	balsamik, karanfil, fenolik, odun, duman, biber

\*[16, 25, 27, 34-44]

Tablo 4. Türk kahvesi örneklerinden manuel HS, sıvı-sıvı ekstraksiyon ve HS/SPME yöntemi ile izole edilen uçucu bileşenlerin bileşen gruplarına göre % alan dağılımı

Bileşen grubu	Bileşen grubu % alan					
	manuel HS	sıvı-sıvı ekstraksiyon	HS/SPME			
			PA	PDMS/DVB	DVB/CAR/PDMS	CAR/PDMS
Tanımlanamayan Bileşen	40.98	4.79	7.58	10.89	4.89	5.42
Pirazin	-	-	-	21.04	22.75	23.04
Furan	-	3.94	31.74	41.70	48.16	51.73
Alkan	28.56	43.91	23.57	-	-	-
Pirol	-	-	9.43	11.96	7.40	4.46
Fenol	-	-	18.21	7.71	4.19	2.29
Oksim	5.33	-	5.84	4.06	2.64	2.51
Piridin	-	-	-	0.35	1.71	5.22
Ester	-	19.09	-	0.56	1.61	-
Primidin	-	-	-	-	1.46	0.70
Aldehit	17.96	-	-	-	1.84	0.92
Alken	-	8.54	-	-	-	-
Benzen Türevi	-	7.81	0.95	-	1.25	0.09
Piridazin	-	-	-	-	1.52	-
Alkaloid	-	-	-	-	0.24	-
Tiyofen	-	-	-	-	0.23	0.42
Keton	4.12	5.92	2.69	-	0.12	1.60
Alkol	-	3.14	-	1.73	-	0.62
Benzopiran	-	2.07	-	-	-	-
Asitler	3.05	0.80	-	-	-	-

Farklı izolasyon yöntemleri ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, uçucu bileşen sayısı, tanımlanamayan bileşen sayısı ve yüzdesi ile pirazin, furan ve pirol grubu bileşenler açısından manuel HS ve sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemlerinin Türk kahvesi için uygun olmadığı saptanmıştır. HS/SMPE yöntemi değerlendirildiğinde, PA ve PDMS/DVB fiberlerin uçucu bileşen sayısı, tanımlayan bileşen sayısı ve yüzdesi açısından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Uçucu bileşen sayısı, tanımlayan bileşen sayısı ve yüzdesi açısından DVB/CAR/PDMS ve PDMS/CAR fiberler birbirine yakın olmakla birlikte, en fazla sayıda uçucu bileşen izole edilen, tanımlanamayan bileşen sayısının ve yüzdesinin en düşük olduğu ve en geniş bileşen gruplarına duyarlı olan fiberin DVB/CAR/PDMS olduğu saptanmıştır. Nitekim Bicchi ve ark. [17] tarafından filtre kahvede gerçekleştirilen çalışmada, uçucu bileşenler tepe boşluğu ile HS/SMPE yönteminin de dahil olduğu farklı izolasyon yöntemleri ile belirlenmiş, en uygun yöntemin HS/SMPE yöntemi olduğu, uygun fiberlerin ise DVB/CAR/PDMS ve PDMS/CAR fiberler olduğu ifade edilmiştir. Akiyama ve ark [14] tarafından filtre kahvenin uçucu bileşenlerinin belirlenmesinde HS/SMPE yöntemi kullanılmış ve 6 farklı fiber denenmiş olup en uygun fiberin DVB/CAR/PDMS olduğu saptanmıştır.

## SONUÇ

Türk kahvesi örneklerinden uçucu bileşenlerin izolasyonu amacıyla yöntem seçiminde manuel HS, sıvı-sıvı ekstraksiyon ve HS/SPME yöntemlerinin sonuçları izole edilen uçucu bileşen sayıları, tanımlanamayan bileşen oranları, farklı bileşik gruplarına duyarlılıkları ve duyuşsal terim karşılıkları açısından değerlendirildiğinde en uygun yöntemin HS/SPME, fiberin ise DVB/CAR/PDMS fiber olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın, Türk toplumunda önemli bir yere sahip Türk kahvesinin lezzetini oluşturulan bileşenlerin belirlenmesinde yapılmış ilk çalışma olması ve bundan

sonra yapılacak çalışmalara yol göstermesi açısından önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] TS 3117, 1978. Kahve (Çiğ Çekirdek ve Öğütülmüş). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [2] Food-Info, 2011. Kahve. <http://www.food-info.net/tr/products/coffee/intro.htm>. Erişim tarihi: 21 Eylül 2011.
- [3] Coffee Research Org., 2011, Arabica and Robusta Coffee Plant. <http://www.coffeeresearch.org/agriculture/coffeeplant.htm>. Erişim tarihi: 21 Eylül 2011.
- [4] Hattox, R.S., 1998. Kahve ve Kahvehaneler. 2. Baskı, Tarih Vakfı Yurt Yayınları 38, İstanbul, 142s.
- [5] Özgünođdu, M.D., 1992. Fincan ve Kahvenin Türklerin Yaşamındaki Yeri ve Günümüzdeki Kullanımı. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Eseri Raporu, Ankara, 42s.
- [6] Evren, B., 1996. Eski İstanbul'da Kahvehaneler. AD Yayıncılık A.Ş., İstanbul, 224s.
- [7] Güral, S., 1999. Türk Kültüründe Kahvenin Yeri. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 98s.
- [8] Gürsoy, D., 2005. Sohbetin Bahanesi Kahve. Oğlak Yayıncılık ve Reklamcılık Ltd.Şti., İstanbul, 180s.
- [9] Dalan, G., 2007. Turkish Coffee: The sustaining power of interpersonal communication. Yeditepe University Graduate Institute of Social Sciences, Master of Arts, İstanbul, 122p.
- [10] Gross, G., Jaccaud, E., Huggett, A.C., 1997. Analysis of the content of the diterpenes cafestol and kahweol in coffee brews. *Food and Chemical Toxicology* 35: 547-554.
- [11] Karakaya, S., El, S.N., Taş, A.A., 2001. Antioxidant activity of some foods containing phenolic



- compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 52: 501–508.
- [12] Gündüç, N., 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.
- [13] Czerny, M., Mayer, F., Grosch, W., 1999. Sensory study on the character impact odorants of roasted Arabica coffee. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 47: 695-699.
- [14] Akiyama, M., Murakami, K., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Wada, A., Tokuna, K., Onishi, M., Iwabuchi, H., 2007. Analysis of the headspace volatiles of freshly brewed Arabica coffee using solid-phase microextraction. *Journal of Food Science* 72(7): 388-396.
- [15] Akiyama, M., Murakami, K., Hirano, Y., Ikeda, M., Iwatsuki, M., Wada, A., Tokuna, K., Onishi, M., 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* 73(5) 335-346.
- [16] Maeztu, L., Sanz, C., Andueza, S., Paz de Pena, M., Bello, J., Cid, C., 2001. Characterization of espresso coffee aroma by static headspace GC-MS and sensory flavor profile. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 49: 5437-5444.
- [17] Bicchi, C., Iori, C., Rubiolo, P., Sandra, P., 2002. Headspace sorptive extraction (HSSE), stir bar sorptive extraction (SBSE), and solid phase microextraction (SPME) applied to the analysis of roasted Arabica coffee and coffee brew. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50: 449-459.
- [18] Sanz, C., Maeztu, L., Zapelena, M.J., Bello, J., 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. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82: 840-847.
- [19] Rocha, S., Maeztu, L., Barros, A., Cid, C., Coimbra, M.A., 2003. Screening and distinction of coffee brews based on headspace solid phase microextraction/ gas chromatography/ principal component analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 43-51.
- [20] Lopez-Galilea, I., Fournier, N., Cid, C., Guichards, E., 2006. Changes in headspace volatile concentrations of coffee brews caused by the roasting process and the brewing procedure. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 54: 8560-8566.
- [21] Andueza, S., Maeztu, L., Dean, B., De Pena, M.P., Bello, J., Cid, C., 2002. Influence of water pressure on the final quality of Arabica Espresso Coffee. Application of multivariate analysis. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50: 7426-7431.
- [22] Andueza, S., Maeztu, L., Pascual, L., Ibanez, C., De Pena, M.P., 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.
- [23] Andueza, S., Paz de Pena, M., Cid, C., 2003b. Chemical and sensorial characteristics of Espresso Coffee as affected by grinding and torrefacto roast. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 51: 7034-7039.
- [24] Andueza, S., Vila, M.A., De Pena, M.P., 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.
- [25] Perez-Martinez, M., Sopelana, P., de Pena, M.P., Cid, C., 2008. Application of multivariate analysis to the effects of additives on chemical and sensory quality of stored coffee brew. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 56(24): 11845-11853.
- [26] Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Peren, R., Escher, F., 2008. Coffee roasting and aroma formation: Application of different time-temperature conditions. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 56: 5836–5846.
- [27] Murakami, K., Akiyama, M., Sumi, M., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Nishimura, O., Kumazawa, K., 2010. Differences in flavor characteristics of coffee drinks originating from thermal sterilization process. *Food Science and Technology Research* 16(2): 99 – 110.
- [28] Sarrazin, C., Le Quere, J.L., Gretsche, C., Liardon, R., 2000. Representativeness of coffee aroma extracts: A comparison of different extraction methods. *Food Chemistry* 70: 99-106.
- [29] Altuğ Onoğur T., Elmacı, Y., 2011. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Yayınları, İzmir, 134s.
- [30] Sanz, C., Ansorena, D., Bello, J., Cid, C., 2001. Optimizing headspace temperature and time sampling for identification of volatile compounds in ground roasted Arabica coffee. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 49: 1364-1369.
- [31] Heath, H.B., Reineccius, G., 1986. Flavor Chemistry and Technology. Avi Book, Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York, 12-16.
- [32] Akiyama, M., Murakami, K., Ohtani, N., Iwatsuki, K., Sotoyama, K., Wada, A., Tokuna, K., Iwabuchi, H., Tanaka, K., 2003. Analysis of volatile compounds released during grinding of roasted coffee beans using solid-phase microextraction. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 51: 1961-1969.
- [33] Zambonin, C.G., Balest, L., De Benedetto, G.E., Palmisano, F., 2005. Solid-phase microextraction-gas chromatography mass spectrometry and multivariate analysis for the characterization of roasted coffees. *Talanta* 66: 261-265.
- [34] Acree T., Arn, H., 2011. Flavornet. <http://www.flavornet.org/flavornet.html>. Erişim tarihi: 19 Eylül 2011.
- [35] The Good Scents Company, 2011. <http://www.thegoodscentscompany.com/>. Erişim tarihi: 19 Eylül 2011.
- [36] Mottram, R., 2011. LRI & Odour Database. <http://www.odour.org.uk>. Erişim tarihi: 20 Eylül 2011.
- [37] UFL (University of Florida) Citrus Research and Education Center, 2011. [http://www.crec.ifas.ufl.edu/crec\\_websites/Rouseff/](http://www.crec.ifas.ufl.edu/crec_websites/Rouseff/)

- Website2002/Subpages/database\_g\_Frameset.shtm. Erişim tarihi: 20 Eylül 2011.
- [38] Leffingwell and Associates, 2011. Burnt sugar, caramel and maple notes and molecular structures. <http://www.leffingwell.com/burnt.htm>. Erişim tarihi: 20 Eylül 2011.
- [39] Chembase, 2011. <http://chembase.com>. Erişim tarihi: 15 Eylül 2011.
- [40] Chemical Book, 2011. <http://www.chemicalbook.com>. Erişim tarihi: 15 Eylül 2011.
- [41] Oomah, B.D., Liang, L.S.Y., 2007. Volatile compounds of dry beans. *Plant Foods for Human Nutrition* 62: 177-183.
- [42] Surburg, H., Panten, J., 2006. Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, properties and uses. 5th Edition, Wiley-VCH, Chichester, 318s.
- [43] Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R., Escher, F., 2002. Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. *Journal of Food Science* 67(1): 60-66.
- [44] Smith, A.W., 1989. Chapter 1: Introduction. In *Coffee Chemistry Vol.1*. Edited by R.J. Clarke & R. Macrae, Elsevier Science Publishers Ltd., England, 306 p.
-