

Aydın, Kozak ve Maraş Tipi Çam Fıstıklarının Lezzet Özelliklerinin GC/MS ve Lezzet Profili Analizi Tekniğiyle Belirlenmesi

Mehpeyker Sarı¹, Yeşim Elmacı²¹ Özgörkey Gıda Ürünleri San. ve Tic. A.Ş., İzmir² Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 13.12.2011, Kabul Tarihi (Accepted): 01.03.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): yesim.elmaci@ege.edu.tr (Y. Elmacı)

☎ 0 232 311 13 16 📠 0 2312 317 87 11

ÖZET

Bu çalışmada Türkiye'de yetişen Aydın, Kozak ve Maraş tipi çam fıstıklarının lezzet özelliklerinin objektif ve duysal teknikler kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çam fıstıklarının uçucu bileşenlerinin kantitatif olarak belirlenmesinde katı faz mikro ekstraksiyon (SPME)-gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS) tekniği kullanılmış, lezzet özelliklerinin duysal olarak tanımlanmasında ise Lezzet Profili Analizi (LPA) tekniğinden yararlanılmıştır. SPME-GC/MS analizleri sonucunda çam fıstığı örneklerinde ortak uçucu bileşenler olarak α -pinen, limonen, *p*-simen, benzaldehit, tetradekan, α -longipinen, α -kopaen, karyofilen, δ -kadinen, δ -murolen, α -amorfen, kalamen, kadina-1,4-dien ve butanedioik asit ve metil-bis (1-metilpropil) ester belirlenmiştir. Lezzet profili analizi sonucunda ise çam fıstıklarında belirlenen ortak duysal tanımlayıcı karakterler yaş odun, sütlü, yer fıstığı ve yeşil olarak sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çamfıstığı lezzeti, Çam fıstığı uçucu bileşenleri, Çam fıstığı lezzet profili analizi

Determination of the Flavour Characteristics of Aydın, Kozak and Maraş Type Pine Nuts by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) and Flavour Profile Techniques

ABSTRACT

The aim of the this study was to determine the flavour characteristics of Aydın, Kozak and Maraş type pine nuts grown in Turkey by using objective and sensory methods. For this purpose, solid phase microextraction (SPME)-gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) technique was applied for the objective evaluation of volatile compounds and flavour profile analysis was applied for the sensory evaluation of flavour characteristics of pine nuts. The results of the SPME-GC/MS analysis revealed that the common volatile compounds of pine nuts were, α -pinene, limonene, *p*-cymen, benzaldehyde, tetradecane, α -longipinene, α -coppaene, caryophyllene, δ -cadinene, δ -muurolen, α -amorphene, calamene, cadina-1,4-dien and butanedioic acid, methyl-bis (1-methylpropyl). The results of flavour profile analysis demonstrated the following common descriptive characters for pine nuts; wet wood, milky, peanut and green.

Key Words: Pine nut flavor, Volatile compounds of pine nut, Flavour profile analysis of pine nut

GİRİŞ

Ülkemizin önemli tarım ürünlerinden birisi olan çam fıstığı, "fıstıkçamı (*Pinus pinea* Lin.) ağacı tohumlarının

kabuğu ayrılmış ve zarından temizlenmiş, bir ucu sivri diğeri elipsoidi andıran ve embriyosu da bulunan endosperm kısmı" şeklinde tanımlanmaktadır [1].

Çetin [2] tarafından yapılan bir çalışmada ülkemizde fıstık çamının en yaygın olarak Bergama-Kozak, Çine-Karpuzlu, Aydın-Koçarlı, Söke-Bağarası, Milas-Torba, Muğla-Katarcı-Madran, Antalya-Serik-Manavgat, İzmir-Seydiköy ve Artvin-Çoruh vadisinde yetiştiği ve bu alanlar içerisinde en geniş yayılış sahasının Kozak yöresinde olduğu belirtilmektedir. Türkiye’de çam fıstıkları yetiştiği bölgelere göre Kozak, Aydın ve Maraş olmak üzere üç tipe ayrılmaktadır. Kozak bucağı ve Kuzey Batı Anadolu’daki fıstık çamlarından elde edilen çam fıstıkları Kozak tipi, Ege Bölgesi, Aydın ve çevresi ile Antalya yöresindeki fıstık çamlarından elde edilenler Aydın tipi ve Maraş’ın Önsen köyü çevresindeki fıstık çamlarından elde edilenler ise Maraş tipi olarak sınıflandırılmaktadır [1].

İyi bir besin kaynağı olan çam fıstığı, kavrulmamış veya kavrulmuş olarak tüketilmekte; ekmekler, şekerlemeler, soslar, kekler, sebze ve et yemekleri gibi geleneksel yemeklerde çeşni olarak kullanılmaktadır [3]. Çam fıstığı, özellikle Türk mutfağında pilav, dolma ve helvanın bir malzemesi olarak kullanılmaktadır [4]. Çam fıstığının Türkiye’de yoğun bir şekilde ve doğal yolla üretilmesi, özellikle ülkemiz ihracatında oldukça önemli bir yere sahip olması ve kırsal kesimde yaşayan insanlara büyük bir gelir sağlaması açısından önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra doğal yapısında bulunan bileşenlerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ve kullanım alanlarının çeşitliliği de ürünün önemini arttırmaktadır.

Dönmez ve Nergiz [3] tarafından çam fıstığının besin değeri üzerine yapılan bir çalışmada çam fıstığının %31.6 protein, %44.9 yağ, %13.9 karbonhidrat içerdiği belirlenmiştir. Çam fıstığının özellikle B1 ve B2 vitamini, potasyum ve fosfor gibi mineralleri içerdiği; besleyici değerinden ayrı olarak, tüketiminin sağlığa yararlı olduğu ve düzenli tüketiminin de koroner kalp hastalığı riskini azalttığı bildirilmiştir. Gölge ve Ova [5] tarafından yürütülen bir çalışmada, ülkemizde yetişen çam fıstıklarının mikrobiyal yükünü azaltmak amacıyla uygulanabilecek yöntemlerden ışınlama ve buhar dezenfeksiyonunun çam fıstığının bazı kalite kriterlerine etkisi araştırılmıştır. Altuğ ve ark. [6] tarafından çam fıstığının depolanması ve depolanması sırasında oluşan kalite değişimlerinin belirlenmesinde kavrulmamış çam fıstığı ve kavrulmuş çam fıstığının hammadde olarak bir yıl boyunca farklı ambalaj ve depolama koşullarında saklanması sırasındaki kalite özelliklerindeki değişimler duyuşal ve kimyasal yöntemlerle incelenmiştir.

Yerfıstığı [7-13], badem [14-17], fındık [18, 19] ve antepfıstığı [20] lezzetini oluşturan lezzet bileşenlerinin objektif ve duyuşal yöntemler kullanılarak belirlenmesi ile ilgili pek çok çalışma bulunmakla birlikte, kendine özgü lezzeti nedeni ile tüketilen çam fıstığının lezzet bileşenleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, Türkiye’de yetişen Aydın, Kozak ve Maraş tipi çam fıstıklarının lezzet bileşenlerinin objektif ve duyuşal yöntemler kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çam fıstığı lezzetini oluşturan uçucu bileşenlerin objektif yöntemlerle belirlenmesinde SPME-

GC/MS tekniği kullanılmıştır. Çam fıstığı örnekleri ayrıca tanımlayıcı bir duyuşal test tekniği olan Lezzet Profili Analizi (LPA) ile incelenerek lezzet karakterleri ve yoğunlukları değerlendirilmiştir. Çam fıstığının ekonomik değeri, sağlığa olan potansiyel etkisi ve çam fıstığını diğer tohumlardan ayıran kendine özgü lezzeti, söz konusu ürünün bir bileşen olarak gıda üretiminde kullanımına neden olmaktadır. Bu çalışmanın, Türkiye’de yetiştirilen, büyük ölçüde ihraç edilen ve ülke ekonomisine özellikle Ege Bölgesindeki üretimiyle büyük katkıda bulunan çam fıstığının lezzet karakteristiklerinin bilimsel olarak tanımlanması açısından önem taşıyacağı ve Türk çam fıstığının uluslararası piyasada pazarlanması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak 2010 yılı hasadı Aydın, Kozak, Maraş tipi çam fıstıkları kullanılmıştır. Künar olarak elde edilen Aydın tipi çam fıstıkları Eylül ayı ortasında; Kozak tipi çam fıstıkları Eylül ayı başında; Maraş tipi çam fıstıkları Ekim ayı başında işleme alınmış, kargo ile İzmir’e getirilmesi sağlanmış ve hemen analize alınmıştır.

Metot

Çam fıstığı örneklerindeki uçucu bileşenlerin izolasyonu için SPME tekniği kullanılmış ve uçucu bileşen analizi GC/MS ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca örnekler LPA uygulanarak lezzet karakterleri saptanmıştır.

Çam fıstığı örneklerinde bulunan uçucu bileşenlerin SPME tekniği ile izolasyonunda Abegaz ve ark. [12], Krist ve ark. [21], Kendirci ve Altuğ [20] tarafından önerilen 50/30µm’lik StableFleks Divinilbenzen/ Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) faz kaplanmış ergimiş silika fiber kullanılmıştır. Çam fıstıkları rondo yardımıyla parçalanmış ve 8 g örnek 40 ml’lik amber renkli septalı viallere tartılmıştır. Örnekler 100°C’de ayarlı blok ısıtıcıya yerleştirildikten sonra SPME fiberi vialin tepe boşluğuna daldırılarak 60 dk boyunca tepe boşluğuna biriken uçucu bileşenlerin fiber üzerinde adsorbe edilmesi sağlanmıştır. 60 dk’nın sonunda vialden çıkarılan fiber GC/MS aygıtına enjekte edilip, analiz süresince enjeksiyon bloğunda bırakılarak fiber üzerinde adsorbe edilmiş olan bileşenlerin desorbsiyonu sağlanmıştır.

SPME tekniği ile elde edilen uçucu bileşenlerin GC/MS analizleri GC/MS cihazı (Hewlett Packard 6890GC/5973MS) ile Kendirci ve Altuğ [20] tarafından antepfıstığı örnekleri için önerilen sıcaklık programında modifikasyon yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla HP-5MS %5 fenilmetilsiloksan (30.0 m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı) kolon ve enjeksiyon sıcaklığı 260°C, bölünmesiz (splitless) enjeksiyon, taşıyıcı gaz olarak Helyum (1mL/min) kullanılarak enjeksiyon gerçekleştirilmiştir. Fırın sıcaklık programı 50°C(1min)/3°C/min/200°C(20min) olarak ayarlanmış, 70 eV elektron enerjisi ve 35-350 m/z kütle aralığında

çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar NIST, WILEY kütüphaneleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çam fıstığı örneklerinin duyuşal değerlendirmesinde LPA tekniğı kullanılmıştır [22]. Lezzet profillerinin elde edilmesi amacıyla uygulanan duyuşal değerlendirmeler, yaşları 23-50 arasında değışen, 6 temel tat ve koku testlerine göre seçilmiş 7 panelistle gerçekleştirilmiştir. Paneller haftada 3 gün ve günde 2 oturum olacak şekilde sabah 10:30-11:00; öğleden sonra 14:30-15:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Panelist eğitimlerinin ilk aşamasında çam fıstığı örneklerine ait duyuşal terimler Altuğ ve ark. [6] tarafından kullanılan terimlerden yola çıkılarak belirlenmiş ve eğitimler 2 ay süreyle devam etmiştir. Panelistlerin bu terimleri tanımları amacıyla referanslar hazırlanarak panelistlere sunulmuştur. Söz konusu duyuşal terimler ve referanslar Tablo 1'de görülmektedir. Eğitim aşamasından sonra çam fıstıkları 0-5 mm'lik grafik skala sistemi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar bilgisayarda Microsoft Office Excel 2003 programı kullanılarak örümcek ağı diyagramları şeklinde sunulmuştur.

Tablo 1. Çam fıstıklarında saptanan duyuşal terimler ve bu terimlerle ilgili referanslar [6]

Duyuşal Terim	Referanslar
Yer fıstığı	Yer fıstığı
Yaş odun	Islatılmış odun parçası
Odun	Odun parçası
Yeşil	Bezelye
Tatlı	5.76 g/L sakkaroz çözeltisi
Acı	0,195 g/L kafein çözeltisi
Ekşi	0,43 g/L sitrik asit çözeltisi
Çam	α -pinen*
Sütlü	Tam yağlı süt
Tütsü	Referans kullanılmamıştır.
Yağlı	Referans kullanılmamıştır.

*Panelistlere koklatılmıştır.

Çam fıstıkları örneklerinin objektif değerlendirmeleri ve lezzet profili analizi 3 tekrar şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çam fıstıklarında çeşitler arasındaki farklılığın ortaya çıkartılması amacıyla SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizinde örneklerde GC/MS analizi ile saptanan ortak uçucu bileşenler ve LPA ile belirlenen ortak lezzet karakterleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Duncan testi kullanılarak söz konusu bileşenlerdeki farklılıkların düzeyleri ortaya konmuştur ($p < 0.05$). Çam fıstığı çeşitleri arasındaki ilişkileri göstermek amacıyla çam fıstıkları için ayrı ayrı GC/MS analizi ile saptanan ortak uçucu bileşenler ve LPA ile belirlenen ortak lezzet karakterleri kullanılarak ağaç diyagramları (Cluster Analysis) elde edilmiştir. Söz konusu veriler ayrıca Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis-PCA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Söz konusu istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde XLSTAT 2011 paket programının deneme sürümü kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Aydın, Kozak ve Maraş tipi çam fıstığı örneklerinden SPME tekniğı ile izole edilen GC/MS ile belirlenen uçucu bileşenleri, yüzde alanları ve literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları Tablo 2'de verilmektedir. Aydın, Kozak ve Maraş tipi çam fıstığı örneklerinden

sırasıyla 37, 38, 38 bileşen izole edilmiştir. Söz konusu bileşenlerin toplam pik alanlarının sırasıyla %69.88, %76.66 ve %67.02'si terpen grubu (α -pinen, limonen, p -simen, osimen, α -longipinen, α -kopaen, karyofilen, sedren, δ -kadinen, δ -murolen, α -amorfen, kalamen, kadina-1,4-dien) bileşenlerden oluşmaktadır. α -pinen, limonen, α -longipinen, α -kopaen, karyofilen, δ -kadinen, δ -murolen, α -amorfen, kalamen tüm çeşitlerde, osimen sadece Kozak tipinde ve sedren ise sadece Aydın tipinde saptanmıştır. Her üç örnek için belirtilen terpen gruplarında en büyük yüzde alana sahip uçucu bileşen limonen olup bunu α -pinen izlemektedir. Aydın, Kozak ve Maraş örnekleri için limonen yüzdeleri sırasıyla %52.50, %64.71, %49.47; α -pinen yüzdeleri ise %3.19, %2.79, %3.05 olarak belirlenmiştir. Ayrıca kontaminant olduğu düşünülen siklotrisiloksan hegzametil, siklotrisiloksan oktametil, siklopentasiloksan dekametil, siklohegzasiloksan dodekametil'in Aydın, Kozak ve Maraş örnekleri için toplam alanı sırasıyla %18.27, %15.5 ve %20.28 olarak belirlenmiştir. Aydın, Kozak ve Maraş çam fıstığı örneklerinde bulunan ortak bileşenlerin; α -pinen (çam, reçine), limonen (turunçgil, taze), p -simen (çözgen, turunçgil), benzaldehit (badem, acı badem, yanık şeker), tetradekan (tatlı, baharatımsı), α -longipinen (odunumsu), α -kopaen (odunumsu, baharatımsı), karyofilen (odunumsu, baharatımsı), δ -kadinen (kekik, ilacımsı, odunumsu), δ -murolen (yağlı), α -amorfen (odunumsu), kalamen (otumsu, bitki, baharatımsı), kadina-1,4-dien (odunumsu, baharatımsı), butanedioik asit, metil-, bis(1-metilprofil)ester olduğu görülmektedir (Tablo 2). Söz konusu ortak bileşenlerin incelenmesi sonucunda çam fıstığı örnekleri arasında α -pinen, p -simen, benzaldehit, δ -kadinen, δ -murolen, α -amorfen ve kadina-1,4-dien açısından istatistiksel olarak farklılık bulunmadığı; limonen, tetradekan, α -longipinen, α -kopaen ve kalamen açısından farklılık olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre çam fıstığı örneklerinden Kozak tipi limonen açısından, Maraş tipi ise α -kopaen ve kalamen açısından en zengin çeşitler olarak saptanmıştır ($p < 0.05$).

Çam fıstıklarında saptanan ortak uçucu bileşenler kullanılarak gerçekleştirilen Cluster (kümeleme) analizi sonucunda çam fıstığı çeşitlerinin uçucu bileşenleri açısından iki temel grup oluşturduğu, birinci grupta Kozak tipi yer alırken, ikinci grupta Aydın ve Maraş tiplerinin yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 1). Söz konusu gruplaşmada etkili olan bileşenlerin belirlenmesi için örneklere uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun %80.02 ve %19.98'ini oluşturan, sırasıyla F1 ve F2 temel bileşenleri elde edilmiştir (Şekil 2). Bu bileşenlerden α -pinen (çam reçine) ve δ -kadinen (kekik, ilacımsı, odunumsu) Aydın, α -kopaen (odunumsu, baharatımsı) ile kalamen (otumsu, bitki, baharatımsı) ise Maraş çeşitleri için önemli uçucu bileşenler olarak belirlenmiştir.

Aydın, Kozak ve Maraş örneklerinin LPA tekniğıyle gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmeleri sonucu belirlenen lezzet profili diyagramları Şekil 3'te verilmektedir. Aydın ve Kozak tipi çam fıstığı örneklerinde tatlı, sütlü ve çam en yoğun olarak algılanan lezzet karakterleri olarak saptanmıştır. Maraş

tipi çam fıstıklarında yağlı karakter en yoğun algılanan karakter olarak belirlenirken, çam karakteri ise en yoğun Kozak tipinde algılanmıştır. Çam fıstığı örneklerinde saptanan ortak lezzet karakterlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda yağlı ve ekşi karakterleri açısından örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Tatlı, sütlü, çam ve

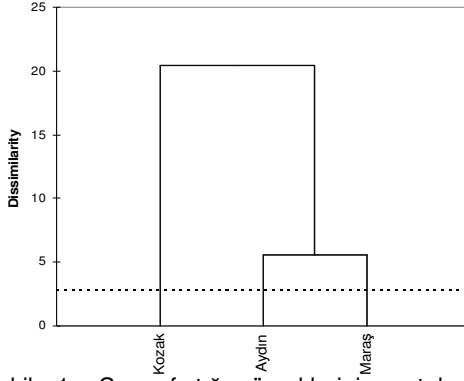
yer fıstığı karakterleri açısından üç örnek arasında farklılık saptanmış ($p<0.05$), bu karakterlerin en fazla Kozak tipinde, en az Maraş tipinde algılandığı belirlenmiştir. Kozak tipinde yaş odun, Aydın ve Maraş örneklerine kıyasla daha fazla algılanırken, acı karakteri yalnızca Maraş örneğinde saptanmıştır ($p<0.05$).

Tablo 2. Çam fıstığı örneklerinde SPME/GC/MS analizi ile saptanan uçucu bileşenler ve duyuşal terim karşılıkları

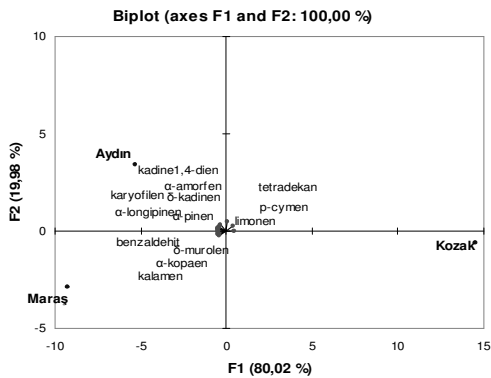
Pik No	RT (min)*	Uçucu Bileşen	Aydın % Alan	Kozak % Alan	Maraş % Alan	Duyuşal Terim**
1	3.726	siklotrisilokzan, hegzametil	6.50±0.32	5.36±0.35	7.18±0.42	-
2	6.480	α-pinen	3.19±0.63	2.79±0.10	3.05±0.22	çam, reçine
3	7.843	tanımlanamayan bileşen	0.64±0.15	0.46±0.01	0.79±0.16	-
4	8.709	siklotetrasiloksan, oktametil	7.68±0.28	7.17±0.36	8.54±0.10	-
5	9.681	limonen	52.50±4.53	64.71±3.93	49.47±0.92	turunçgil, taze
6	11.348	tanımlanamayan bileşen	0	0.90±0.25	1.13±0.39	-
7	12.782	p-simen	1.35±0.05	1.21±0.42	1.08±0.13	çözgen, turunçgil
8	13.794	tanımlanamayan bileşen	0.27±0.02	0.34±0.05	0.56±0.09	-
9	14.001	benzaldehit	0.98±0.03	0.64±0.04	1.09±0.19	badem, acı badem, yanık şeker
10	14.988	tanımlanamayan bileşen	0.27±0.03	0.26±0.04	0.33±0.02	-
11	15.214	siklopentasiloksan, dekametil	2.88±0.21	2.10±0.25	3.39±0.04	-
12	15.581	tanımlanamayan bileşen	0	0.27±0.13	0.64±0.08	-
13	16.829	tanımlanamayan bileşen	0.42±0.01	0	0.11±0.00	-
14	17.162	dodekan	0.82±0.04	0.33±0.13	1.07±0.23	alkan
15	17.607	osimen	0	0.56±0.23	0	nane, ot, bitki
16	19.977	9H-pirol[3',4':3,4] pitalazin-9,11(10H)-dion,10-etil-8-fenil	1.64±0.10	0.61±0.10	0.87±0.17	soya fasulyesi izolatında belirlenmiş, duyuşal olarak tanımlanmamış
17	20.346	tanımlanamayan bileşen	0.42±0.02	0.18±0.00	0.33±0.00	-
18	20.972	tanımlanamayan bileşen	0.26±0.02	0.17±0.07	0.19±0.01	-
19	21.167	tanımlanamayan bileşen	0.24±0.04	0.14±0.04	0.16±0.01	-
20	21.535	tridekan	0.69±0.05	0.24±0.03	0.65±0.05	alkan
21	22.268	tetradekan	0.35±0.01	0.45±0.06	0.13±0.00	tatlı, baharatımsı
22	22.526	tanımlanamayan bileşen	0.31±0.02	0.44±0.06	0.12±0.01	-
23	22.708	siklohegzasiloksan, dodekametil	1.21±0.23	0.87±0.12	1.17±0.02	-
24	23.553	α-longipinen	0.36±0.05	0.16±0.01	0.34±0.05	odunumsu
25	24.675	α-kopaen	1.96±0.28	1.19±0.07	2.82±0.04	odunumsu, baharatımsı
26	25.834	tanımlanamayan bileşen	1.37±0.14	0.53±0.07	1.29±0.45	-
27	26.246	tanımlanamayan bileşen	0.51±0.09	0.23±0.06	0.33±0.01	-
28	27.210	karyofilen	2.25±0.62	1.08±0.28	1.63±0.06	odunumsu, baharatımsı
29	28.244	sedren	0.73±0.04	0	0	odunumsu, tatlımsı, taze
30	28.735	δ-kadinen	0.78±0.37	0.39±0.02	0.74±0.06	kekik, ilacımsı, odunumsu
31	28.896	δ-murolen	1.06±0.26	0.72±0.09	1.33±0.13	yağlı
32	29.281	tanımlanamayan bileşen	0.67±0.20	0.33±0.05	0.70±0.22	-
33	29.879	α-amorfen	2.40±0.62	1.46±0.21	2.52±0.27	<i>Baccharis uncinella</i> uçucu yağında belirlenmiş
34	30.846	kalamen	2.65±0.71	2.06±0.24	3.44±0.38	otumsu, bitki, baharatımsı
35	31.154	kadina-1,4-dien	0.65±0.43	0.33±0.07	0.60±0.05	odunumsu, baharatımsı
36	32.166	tanımlanamayan bileşen	0.28±0.13	0.16±0.05	0.18±0.00	-
37	33.199	butanedioik asit, metil-bis(1-metilpropil)ester	1.09±0.42	0.95±0.06	1.19±0.37	Durian meyvesi uçucu bileşeni olarak belirlenmiş, duyuşal olarak tanımlanmamış
38	36.114	tanımlanamayan bileşen	0.23±0.07	0.18±0.05	0.47±0.06	-
39	41.679	siklohegzasiloksan, dodekametil	0.12±0.04	0.09±0.02	0.48±0.10	-
40	51.217	tanımlanamayan bileşen	0.58±0.00	0.15±0.02	0.09±0.01	-

* Alınma Süresi

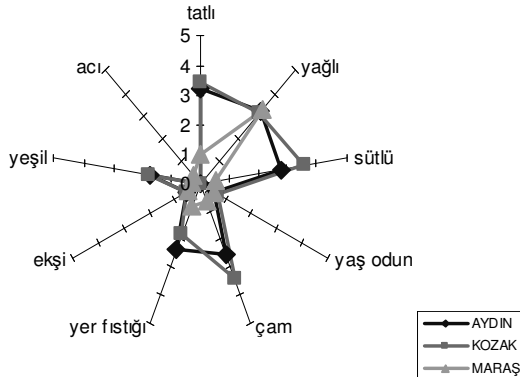
** [23-32]



Şekil 1. Çam fıstığı örneklerinin ortak lezzet karakterlerine göre Cluster (kümeleme) analizi ile gruplandırılması



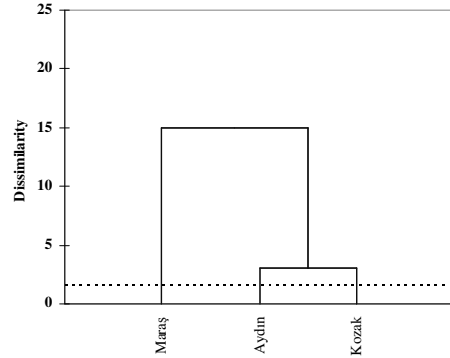
Şekil 2. Çam fıstığı örneklerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot (iki ölçekli) diyagramı



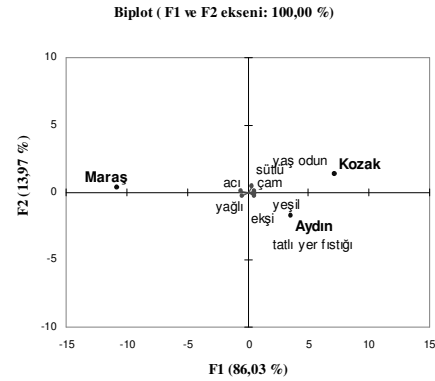
Şekil 3. Aydın, Kozak ve Maraş tipi çam fıstıklarına ait lezzet profili diyagramları

Çam fıstığı örneklerinde saptanan ortak lezzet karakterleri kullanılarak gerçekleştirilen Cluster (kümeleme) analizi sonucunda çam fıstığı çeşitlerinin iki temel grup oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Birinci grupta Maraş tipi bulunurken, ikinci grubu Aydın ve Kozak tiplerinin oluşturduğu gözlenmektedir. Söz konusu grupta etkili olan lezzet karakterlerinin belirlenmesi için örneklere uygulanan PCA analizi sonucunda toplam varyasyonun %86.03 ve %13.97'sini oluşturan, sırasıyla F1 ve F2 olarak adlandırılan 2 temel bileşen elde edilmiştir. F1 ve F2 temel bileşenleri dikkate alınarak çizilen biplot diyagramında Maraş tipini diğer çeşitlerden ayıran en önemli lezzet karakterinin yağlı ve

acı olduğu görülmektedir. Kozak tipinde yaş odun, çam, sütü; Aydın tipinde tatlı, ekşi, yeşil ve yer fıstığı lezzet karakterlerinin söz konusu çeşitlerin birbirlerinden ayrılmasında etkili olduğu saptanmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Çam fıstığı örneklerinin ortak lezzet karakterlerine göre Cluster (kümeleme) analiz ile gruplandırılması



Şekil 5. Çam fıstığı çeşitlerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot (iki ölçekli) diyagramı

SONUÇ

Aydın, Kozak, Maraş çam fıstığı örneklerinden izole edilen uçucu bileşenler incelendiğinde söz konusu bileşenlerin önemli oranda terpenlerden oluştuğu belirlenmiştir. Çam fıstığında belirlenen terpen grubu bileşenler arasında limonen, en fazla yüzde alana sahip uçucu bileşen olarak belirlenmiş ve en yüksek (%64.71) oranda Kozak örneğinde saptanmıştır. LPA sonucunda Aydın, Kozak, Maraş tipi çam fıstığı örneklerinin birbirlerinden ayrılmasında etkili olan en önemli lezzet karakterlerinin Aydın tipi için tatlı, ekşi, yeşil, yer fıstığı; Kozak tipi için yaş odun, çam, sütü; Maraş tipi için yağlı ve acı olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın, Türkiye'de yetiştirilen çam fıstıklarının lezzet karakterlerinin belirlenmesi açısından ülkemizde bu fıstık türü ile yapılan çalışmalara ışık tutacağı, çam fıstığı çeşitlerimizin ulusal ve uluslararası piyasada pazarlanması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] TS 1771, 2003. Çam Fıstığı Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- [2] Çetin, T., 2003. Doğal ortam-ekonomik faaliyet ilişkisine bir örnek: Kozak yöresi (Bergama). *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 23(1): 23-46.
- [3] Dönmez, İ., Nergiz, C., 2004. Chemical composition and nutritive value of *Pinus pinea* L. seeds. *Food Chemistry* 86: 365-368.
- [4] Anonim, 2010a. http://tr.wikipedia.org/wiki/Cam_fıstığı, 07/09/2010.
- [5] Gölge, E., Ova, G., 2008. The effects of food irradiation on quality of pine nut kernels. *Radiation Physics and Chemistry* 77(3): 365-369.
- [6] Altuğ, T., Ova, G., Elmacı, Y., Demirağ, K., Kendirci, P., Gölge, E., Eser, P., 2008. Farklı ambalaj ve depolama koşullarında Antepfıstığı ve çam fıstığının bazı kalite özelliklerindeki değişimin incelenmesi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Döner Sermaye Projesi, 111s.
- [7] Young, C.T., Hovis, A.R., 1990. A method for rapid analysis of headspace volatiles of raw and roasted peanuts. *Journal of Food Science* 55(1): 279-280.
- [8] Braddock J.C., Sims, C.A., O'Keefe S.F., 1995. Flavor and oxidative stability of roasted high oleic acid peanuts. *Agricultural and Biological Chemistry* 45(9): 2123-2125.
- [9] Burroni, V.L., Grosso, N.R., Guzman, C.A., 1997. Principal volatile components of raw, roasted and fried Argentinian peanuts flavors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(8): 3190-3192.
- [10] El-Kayati, S.E., Fadel, H.H.M., Mageed, M.A.A., Farghal, S.A., 1998. Heat and storage effects on the flavour of peanuts. *Nahrung* 42(6): 416-421.
- [11] Ku, K.L., Lee, R.S.S., Young, C. T., Chiou, R.Y.Y., 1998. Roasted peanut flavor and related compositional characteristic of peanut kernels of spring and fall crops grown in Taiwan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(8): 3220-3224.
- [12] Abegaz, E.G., Kerr, W.L., Koehler, P.E., 2004. The role of moisture in flavor changes of model peanut confections during storage. *Lebensm. Wiss.U. Technology* 37: 215-225.
- [13] Young, N.D., Sanders, T.H., Drake, M.A., Osborne, J., Civille G.V., 2005. Descriptive analysis and US consumer acceptability of peanuts from different origins. *Food Quality and Preference* 16: 37-43.
- [14] Cantalejo, M.J., 1997. Analysis of volatile components derived from raw and roasted earth-almond (*Cyperus esculentus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(5): 1853-1860.
- [15] Vazquez-Araujo, L., Enguix, L., Verdu, A., Garcia-Garcia, E., Carbonell-Barrachina, A., 2008. Investigation of aromatic compounds in toasted almonds used for the manufacture of turrón. *European Food Research and Technology* 227(12): 243-254.
- [16] Vázquez-Araújo, L., Verdú, A., Navarro, P., Martínez-Sánchez, F., Carbonell-Barrachina, A., 2009. Changes in volatile compounds and sensory quality during toasting of Spanish almonds. *International Journal of Food Science & Technology* 44(11): 2225-2233.
- [17] Civille, G.V., Lapsey, K., Huang, G., Yada, S., Selstern, J., 2010. Development of an almond lexicon to assess the sensory properties of almond varieties. *Journal of Sensory Studies* 25: 146-162.
- [18] Alaşalvar, C., Shahidi, F., Cadwallader, K.R., 2003. Comparison of natural and roasted Turkish tumbled hazelnut (*Corylus avellana* L.) volatiles and flavor by DFA/GC/MS and descriptive sensory analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 5067-5072.
- [19] Burdock-Freitag, A., Schieberle, P., 2010. Changes in the key odorants of Italian hazelnuts (*Corylus avellana* L. var. *Tonda Romana*) induced by roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(10): 6351-6359.
- [20] Kendirci, P., Altuğ, T., 2008. Ülkemizde yetiştirilen bazı antepfıstığı çeşitlerinin lezzet özelliklerinin duyu yöntemleriyle belirlenmesi ve tuzlanarak ve tuzlanmadan kavurma işleminin söz konusu özelliklere etkisinin incelenmesi. Ebiltem 2005/ Bil/ 033, 38-52.
- [21] Krist, S., Unterweger, H., Bandion, F., Buchbauer, G., 2004. Volatile compound analysis of SPME headspace and extract samples from roasted Italian chestnuts using GC/MS. *European Food Research and Technology* 219: 470-473.
- [22] Altuğ T., Elmacı, Y., 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir.
- [23] Frizzo, C.D., Serafini, L.A., Dellacassa, E., Lorenzo, D., Moyna, P., 2001. Essential oil of *Baccharis uncinella* DC. from Southern Brazil. *Flavour and Fragrance Journal* 16: 286-288.
- [24] Huang, M., Liu, P., Song, S., Zhang, X., Hayat K., Xia, S., Jia, C., Gu, F., 2011. Contribution of sulfur-containing compounds to the colour-inhibiting effect and improved antioxidant activity of Maillard reaction products of soybean protein hydrolysates. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91(4): 710-720.
- [25] Netti, Y., Erlinda, I.D., Virgilio, V.G., 2011. The effect of spontaneous fermentation on the volatile flavor constituents of durian. *International Food Research Journal* 18: 59-65.
- [26] Anonim, 2011a. <http://www.flavornet.org/flavornet.html>, 07/09/2010.
- [27] Anonim, 2011b. <http://www.leffingwell.com/pyrazine.htm>, 07/09/2010.
- [28] Anonim, 2011c. <http://www.leffingwell.com/chirality/chirality.htm>, 07/09/2010.
- [29] Anonim, 2011d. <http://gara.bio.uci.edu/odorant.jsp?cas=109-97-7&instance=null&type=2D&orientation=ventral&view=ccc>, 07/09/2010.
- [30] Anonim, 2011e. <http://chemconnections.org/Smells> 07/10/2010.
- [31] Anonim, 2011f. <http://www.thegoodscentcompany.com/allodor.html>, 07/10/2010.
- [32] Anonim, 2011g. <http://www.odour.org.uk/odour/index.html>, 07/10/2010.