

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**TÜRKİYE’DE YETİŞTİRİLEN BAZI SUSAM TOHUMU
ÇEŞİTLERİNİN LEZZET KARAKTERİSTİKLERİNİN
OBJEKTİF VE DUYUSAL YÖNTEMLER KULLANILARAK
BELİRLENMESİ VE KAVURMA İŞLEMİNİN BU
KARAKTERİSTİKLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Tomris ONOĞUR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 10.09.2015

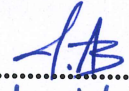
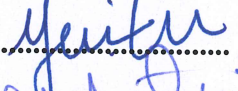
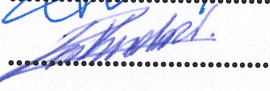
Bornova-İZMİR

2015

Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak sunulan “Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Susam Tohumu Çeşitlerinin Lezzet Karakteristiklerinin Objektif Ve Duyusal Yöntemler Kullanılarak Belirlenmesi Ve Kavurma İşleminin Bu Karakteristiklere Etkisinin İncelenmesi” 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 10/09/2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Tomris ONOĞUR	 
Raportör Üye	: Prof. Dr. Yeşim ELMACI	 
Üye	: Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU	 
Üye	: Prof. Dr. Gülden OVA	 
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Perihan KENDİRCİ	 

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum **“Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Susam Tohumu Çeşitlerinin Lezzet Karakteristiklerinin Objektif ve Duyusal Yöntemler Kullanılarak Belirlenmesi ve Kavurma İşleminin Bu Karakteristiklere Etkisinin İncelenmesi”** başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

10 / 09 / 2015

Hilal ÇOLAKOĞLU
YENİAY

ÖZET**TÜRKİYE’DE YETİŞTİRİLEN BAZI SUSAM TOHUMU
ÇEŞİTLERİNİN LEZZET KARAKTERİSTİKLERİNİN OBJEKTİF
VE DUYUSAL YÖNTEMLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ
VE KAVURMA İŞLEMİNİN BU KARAKTERİSTİKLERE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

ÇOLAKOĞLU YENİAY, Hilal

Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tomris ONOĞUR

Eylül 2015, 120 sayfa

Bu çalışmada Türkiye’de yetiştirilen tescilli susam tohumu çeşitleri ve bazı yöresel susam tohumu örneklerinin lezzet karakteristiklerinin objektif ve duysal yöntemler kullanılarak belirlenmesi ve kavurma işleminin bu karakteristiklere etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Susam tohumu örneklerindeki uçucu bileşenlerin belirlenmesinde Katı Faz Mikro Ekstraksiyonu/Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (SPME/GC/MS) yöntemi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda toplam uçucu bileşen adetlerinin tescilli çiğ susam tohumlarında 12-16 arasında; yöresel çiğ susam tohumlarında ise 12-13 arasında değiştiği belirlenmiştir. Tescilli çiğ örneklerde ortak uçucu bileşenler olarak hegzanal, 1-hegzanol, 2-pentil furan, dl-limonen, 1,3,6-oktatrien, nonanal, bütanoik asit, trans- α -bergamoten ve dekanedioik asit saptanmıştır. Yöresel örneklerdeki ortak uçucuların bütanoik asit dışında tescilli çeşitlerle aynı olduğu gözlenmiştir.

Çiğ susam tohumlarının uçucu bileşenlerini genel olarak terpen, alkol ve aldehit gruplarının oluşturduğu gözlenmiştir. Kavurma işlemi sonrasında alkol ve terpenlerin azaldığı ve bazı yöresel örneklerde alkollerin kaybolduğu saptanmıştır. Kavurma işlemi ile fenol ve pirazin grubu bileşenler de oluşmuştur. Kavrulmuş susam tohumu örneklerinin toplam uçucu bileşen adetlerinin tescilli kavrulmuş örneklerde 19-24; yöresel kavrulmuş örneklerde ise 18-21 arasında değiştiği

belirlenmiştir. Tescilli kavrulmuş örneklerde ortak bileşenler olarak hegzanal, 2-metil bütanal, 2-metilpirazin, 1-hegzanol, 2,5-dimetilpirazin, 2-pentil furan, 2-etil-3-metilpirazin, 1,3,6-oktatrien, benzenasetaldehit, 3-etil-2,5-dimetilpirazin, dimetil-2-vinilpirazin, 3,5-dietil-2-metilpirazin, 2-metoksi-4-vinilfenol, trans alfa bergamoten ve dekanedioik asit saptanmıştır. Yöresel kavrulmuş örneklerdeki ortak uçucuların 1-hegzanol ve 2-metil bütanal dışında tescilli çeşitlerle aynı olduğu gözlenmiştir.

Susam tohumlarının duyuusal lezzet karakterleri Lezzet Profili Analizi (LPA) tekniği kullanılarak belirlenmiştir. LPA sonucunda tescilli ve yöresel çiğ örneklerde ortak karakter olarak bitkisel yağ, ayçekirdeği, toprak, acı, ekşi, odun, ot ve fındık-fıstık tanımlayıcıları algılanmıştır. Kavurma işlemiyle çiğ örneklerde saptanan ortak lezzet karakterlerine ilaveten “kavrulmuş” karakterin oluştuğu, “ayçekirdeği” ve “ot” karakterlerinin ise kaybolduğu gözlenmiştir.

Çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilen gaz kromatografisi analizi sonucunda başlıca yağ asitlerinin palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik asitlerden oluştuğu saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Susam tohumu, susam tohumu lezzeti, susam tohumu uçucu bileşenleri, susam tohumu lezzet profili analizi

ABSTRACT**DETERMINATION OF FLAVOUR CHARACTERISTICS OF SOME
SESAME SEED VARIETIES CULTIVATED IN TURKEY BY
USING OBJECTIVE AND SENSORY METHODS AND
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ROASTING PROCESS ON
THESE CHARACTERS**

ÇOLAKOĞLU YENİAY, Hilal

PhD in Food Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Tomris ONOĞUR

September 2015, 120 pages

The aim of the present study was to determine the flavour characteristics of certified sesame seed cultivars produced in Turkey and some local sesame seed samples by using objective and sensory methods and to investigate the effect of roasting process on these characters. Solid Phase Microextraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (SPME/GC/MS) method was applied for detection of volatile components in sesame seed samples. Results of the study demonstrated that total number of volatile components varied between 12-16 in certified raw sesame seeds, and between 12-13 in local raw sesame seeds. Common volatile components of certified raw samples were determined as hexanal, 1-hexanol, 2-pentyl furan, dl-limonene, 1,3,6-octatriene, nonanal, butanoic acid, trans- α -bergamotene, and decanedioic acid. Common volatiles of local samples were observed to be identical with certified samples except butanoic acid.

Volatile components of raw sesame seeds were generally consisted of terpene, alcohol, and aldehyde groups. After the roasting process, alcohol and terpenes were decreased in most samples while alcohols disappeared in some local samples. Phenol and pyrazine groups were also formed by the roasting process. Total number of volatile components in roasted sesame seed samples varied between 19-24 in certified roasted samples and between 18-21 in local roasted samples. Common volatile components of roasted certified sesame seed varieties were determined as

hexanal, 2-methyl butanal, 2-methylpyrazine, 1-hexanol, 2,5-dimethylpyrazine, 2-pentyl furan, 2-ethyl-3-methylpyrazine, 1,3,6-octatriene, benzeneacetaldehyde, 3-

ethyl-2,5-dimethylpyrazine, dimethyl-2-vinyl pyrazine, 3,5-diethyl-2-methylpyrazine, 2-methoxy-4-vinylphenol, trans- α -bergamotene and decanedioic acid. Common volatiles of local roasted samples were identical with the certified sesame seed varieties except 1-hexanol and 2-methyl butanal.

Sensory flavour characteristics of sesame seeds were determined by using Flavour Profile Analysis (FPA) technique. According to FPA, vegetable oil, sunflower seed, earthy, bitter, sour, woody, grass and nutty descriptors were perceived as common characters in raw certificated and local samples. It was observed that by the roasting process, “roasted” character evolved in addition to the common descriptors detected in raw samples, while “sunflower seed” and “grass” characters disappeared.

The results of gas chromatographic analysis performed for detection of the fatty acid composition of raw sesame seed samples demonstrated that the major fatty acids were composed of palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acids.

Key words: Sesame seed, sesame seed flavour, volatile compounds of sesame seed, flavour profile analysis of sesame seed.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca deneyim ve bilgi birikimi ile bana ışık tutan ve her zaman destek yardım, anlayış gösteren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Tomris ONOĞUR'a

Çalışmamın başından itibaren değerli öneri ve katkıları ile bana yol gösteren hocalarım Sayın Prof. Dr. Yeşim ELMACI, Sayın Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU, Sayın Prof. Dr. Gülden OVA'ya

Çalışmada gaz kromatografi cihazının kullanımında ve istatistiksel analizlerde yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Perihan KENDİRCİ'ye

Çalışmam için gerekli olan hammadde desteğini sağlayan başta Sayın Dr. Ahmet Şemsettin TAN (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü) olmak üzere Sayın Prof. Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN'a (Akdeniz Üniversitesi), GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve Hemsî Tarım Ürünleri Tic. ve San. Ltd. Şti'ye

Susam tohumlarının kavurma işlemlerinde bana yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Melike Sakin YILMAZER'e

Çalışmamın Lezzet Profilleri Analizi kısmında panellerin gerçekleştirilmesini sağlayan Prof. Dr. Tomris ONOĞUR, Prof. Dr. Yeşim ELMACI, Yrd. Doç. Dr. Perihan KENDİRCİ ve Sayın Arş. Gör. Ceyda DADALI'ya

Hiçbir zaman yardım ve desteklerini esirgemeyen çok değerli arkadaşlarım Sayın Ümmühan DEMİR, Sayın Mehmet DEMİR, kuzenim Sayın Bilal YELKEN ve ağabeyim Sayın Hicabi Turgay YENİAY'a

Gösterdikleri sonsuz destek, sabır ve anlayış için, hayatımın her anında olduğu gibi eğitim hayatımda da yanımda olan kıymetli AİLEME, sevgili EŞİM Tuncay YENİAY'a ve OĞLUM Buğra Melih YENİAY'a,

Değerli katkı ve yardımlarıyla bu tezin gerçekleşmesini sağlayan Yüksek Öğretim Kurumu, Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı Koordinatörlüğüne ve tezim süresince gösterdikleri yakın ilgi ve yardımlar için Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsüne,

içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	Vİİ
ABSTRACT	İX
TEŞEKKÜR	Xİ
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVİ
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XVİİİ
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XXİ
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2.1. Susam Tohumu Yetiştiriciliği İle İlgili Genel Bilgiler	6
2.1.1. İklim ve toprak isteği	6
2.1.2. Ekim zamanı	6
2.1.3. Olgunluk ve Hasat	7
2.1.4. Depolama.....	8
2.2. Susam Tohumunun Kimyasal Bileşimi ve Besleyici Özellikleri	8
2.3. Susam Tohumu ve Susam Tohumu Yağındaki Uçucu Bileşenlerin Objektif ve Duyusal Yöntemlerle Belirlenmesi İle İlgili Çalışmalar	11

İÇİNDEKİLER (Devam)

2.4. Susam Tohumu Yağının Yağ Asidi Kompozisyonlarının Belirlenmesi ile İlgili Çalışmalar.....	26
3. MATERYAL VE YÖNTEM	35
3.1. Materyal	35
3.2. Yöntem.....	36
3.2.1 Kavurma denemeleri ve bu amaçla uygulanan duyuşal test teknikleri	36
3.2.2. Susam tohumlarındaki uçucu bileşenlerin tayini	40
3.2.3. Susam tohumlarının duyuşal değeriendirilmesi	42
3.2.4. İstatistiksel değeriendirmeler	43
3.2.5. Çiğ susam tohumu örneklerine uygulanan yağ asitleri analizi	44
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	46
4.1. Susam Tohumlarındaki Uçucu Bileşenlerin SPME/GC/MS Analizleri İle İlgili Ön Denemelere Ait Bulgular	46
4.2. Çiğ Susam Tohumlarının Lezzet Bileşenlerinin Saptanması İle İlgili Bulgular.....	49
4.2.1. Çiğ susam tohumlarının uçucu bileşenlerinin saptanması ile ilgili bulgular	49
4.2.2. Çiğ susam tohumlarının lezzet profili analizi (LPA)’ne ait bulgular	59

İÇİNDEKİLER (Devam)

4.3. Kavrulmuş Susam Tohumlarının Lezzet Bileşenlerinin Saptanması İle İlgili Bulgular	71
4.3.1. Kavrulmuş susam tohumlarının uçucu bileşenlerinin saptanması ile ilgili bulgular	71
4.3.2. Kavrulmuş susam tohumlarının lezzet profili analizi (LPA)'ne ait bulgular	82
4.4. Çiğ ve Kavrulmuş Susam Tohumu Örneklerinde Saptanan Uçucu Lezzet Bileşenleri ve Algılanan Lezzet Karakterleri İle İlgili Bulguların Değerlendirilmesi	94
4.5. Çiğ Susam Tohumu Örneklerine Uygulanan Yağ Asitleri Analizine Ait Bulgular	101
4.5.1. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin yağ asitleri analizine ait bulgular	101
4.5.2. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asitleri analizine ait bulgular	105
4.5.3. Çalışmada incelenen çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asidi kompozisyonlarına ait bulguların literatür ile karşılaştırılması	107
5. SONUÇ.....	110
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	113
ÖZGEÇMİŞ.....	120
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil

Sayfa

4.1. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak uçucu bileşenlerine göre gruplandırılması	54
4.2. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı	55
4.3. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak uçucu bileşenlerine göre gruplandırılması ..	58
4.4. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı	59
4.5. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerine ait lezzet profili analizi diyagramları ..	64
4.6. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması.....	65
4.7. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı	66
4.8. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerine ait lezzet profili analizi diyagramları	68
4.9. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster(kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması ..	69
4.10. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı	70
4.11. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak uçucu bileşenlerine göre gruplandırılması	76
4.12. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı	77

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil	Sayfa
4.13. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ortak uçucu bileşenlerine göre ile gruplandırılması.....	80
4.14. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı	81
4.15. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerine ait lezzet profili analizi diyagramları.....	87
4.16. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması	88
4.17. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı.....	89
4.18. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam örneklerine ait lezzet profili diyagramı.....	91
4.19. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması.....	92
4.20. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı.....	93
4.21. Tescilli çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak yağ asitlerine göre gruplandırılması	103
4.22. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin ortak yağ asitlerine ait biplot diyagramı	104
4.23. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak yağ asitlerine göre gruplandırılması.....	106
4.24. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin ortak yağ asitlerine ait biplot diyagramı	107

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. 2013 yılı değerlerine göre dünya yağlı tohum üretimi (FAO, 2015)	2
1.2. 1988-2014 yılları arasında üçer yıllık dönemler halinde önemli yağlı tohumlu bitkilerin Türkiye üretim değerleri (ton/yıl) (TUIK, 2015)	3
2.1. Türkiye’de yetiştirilen susam tohumu çeşitlerinin kimyasal kompozisyonu (Ünal and Yalçın, 2008).....	9
2.2. Türkiye’de yetiştirilen susam tohumlarının dimetil sterol kompozisyonları (Ünal and Yalçın, 2008).....	9
2.3. Kurutulmuş çiğ susam tohumlarının kimyasal kompozisyonu (USDA, 2015)	10
3.1. Tescilli susam tohumu çeşitlerinin temin edildiği kaynaklar ve renkleri	35
3.2. Türkiye’nin farklı yörelerinden temin edilen susam tohumu çeşitlerinin temin edildiği kaynaklar ve renkleri	35
3.3. Susam tohumlarında saptanan duyusal terimler ve bu terimlerle ilgili referanslar.....	43
4.1. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerinin PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiber kullanılarak farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenleri, yüzde alanları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan Kovats indeksleri.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

Çizelge

Sayfa

4.2. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerinin PDMS/DVB ve DVB/CAR/PDMS faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberleri kullanılarak gerçekleştirilen SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenleri, yüzde alanları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri	48
4.3. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri	50
4.4. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri	56
4.5. Türkiye'de ıslah edilmiş tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde saptanan lezzet karakterleri ve yoğunluk puanları	61
4.6. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinde saptanan lezzet karakterleri ve yoğunluk puanları	67
4.7. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler ve yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri	72

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

Çizelge

Sayfa

4.8. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan Kovats indeksleri	78
4.9. Türkiye'de ıslah edilmiş tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerine ait lezzet profili analizi bulguları.....	83
4.10. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerine ait lezzet profili analizi bulguları	90
4.11. Susam tohumlarının çiğ ve kavrulmuş formlarındaki uçucu bileşen grupları.....	94
4.12. Çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen uçucu bileşenler, duyuşal terim karşılıkları ve LPA ile saptanan lezzet karakterleri	100
4.13. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonları ve yüzde alanları.....	101
4.14. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asidi kompozisyonları ve yüzde alanları	105

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
°	Derece
°C	Santigrad derece
α	Alfa
β	Beta
γ	Gama
cm	Santimetre
dk	Dakika
eV	Elektronvolt
g	Gram
ha	Hektar
He	Helyum
kg	Kilogram

l	Litre
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
mmHg	Milimetre civa
ppm	Milyonda bir
ppb	Milyarda bir

Kısaltmalar

M.Ö	Milattan önce
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
kcal	Kilokalori
GC	Gaz kromatografisi
GC/MS	Gaz kromatografisi / Kütle spektrometresi
FT-IR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi
FPD	Alev fotometre dedektörü
FID	Alev iyonize dedektör
WCOT	Kaplanmış açık tübüler
AEDA	Aroma ekstraktı dilusyon analizi
HRGC	Yüksek çözünürlüklü gaz kromatografisi
O	Olfaktometre

SIDA	Kararlı izotop seyreltme analizi
OAV	Koku aktivite değeri
TLC	İnce Tabaka Kromatografisi
SAFE	Çözgen destekli lezzet analizi
SPME	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
HPLC	Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi
Bkz.	Bakınız
v.b.	Ve benzeri

1.GİRİŞ

Susam (*Sesamum Indicum Linn*) dünyada tarımı yapılan en eski yağ bitkilerinden birisi olmasına rağmen orijini tam olarak bilinmemektedir. Ancak araştırmacıların bir çoğu, susam türlerinin üçte ikisinin Afrika'da yer almasına ve ekonomik olarak susamın bu kıtada baskın olmasına dayanarak susamın orijininin Afrika olduğu ve Batı Asya üzerinden Hindistan, Çin ve Japonya'ya yayıldığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda kültür bitkisi olan susam tohumunun (*Sesamum indicum L.*) gen merkezinin Afrika kıtası ve Etiyopya olduğu, Türkiye'nin ise ikincil gen merkezi durumunda olduğu belirtilmiştir (İşler, 2015).

Pedaliaceae familyasında bulunan 16 cins ve 60 tür arasında *Sesamum* cinsine ait yaklaşık 37 tür bulunmaktadır. Ancak, bu cinse giren türler arasında sadece *Sesamum indicum L.* türünün kültürü yapılmaktadır. Kültür susamının bugün dünya üzerinde daha çok tropikal ve sıcak kuşağa yayılmış yaklaşık 3000 varyete ve ekotipi bulunmaktadır. Kapsülde karpel sayısına göre susam, *S. indicum* ssp. *bicarpellatum* Hilt. ve ssp. *quadricepallatum* Hilt. olarak 2 alt tür altında sınıflandırılmıştır. Türkiye susamları ssp. *bicarpellatum* Hilt. ve ssp. *quadricepallatum* Hilt. alt türlerine dahil 12 varyete ve 25 çeşit grubunda sınıflandırılmış olup, Türkiye'de en fazla *S. indicum* ssp. *bicarpellatum* var. *vulgare* ve var. *albidum* Hilt. gruplarına giren varyetelerin kültürünün yapıldığı, ssp. *quadricepallatum* Hilt. alt türünden sadece *proles palestinicum* Hilt. grubuna giren varyetelerin bulunduğu saptanmıştır (Baydar ve Turgut, 2000; Arslan ve ark., 2014).

Susam tohumları, temel morfolojik ve genetik özelliklerine göre 5 grupta sınıflandırılmaktadır. Bu gruplar;

- Kapsüldeki karpel sayısına göre; 2-karpelli (*bicarpellate*) ve 4 karpelli (*quadricepallate*)
- Yaprak koltuğunda kapsül sayısına göre; 1-kapsüllü (*monocapsule*) ve 3-kapsüllü (*trcapsules*)
- Dallanma durumuna göre; Dallanan (*branching*) ve Dallanmayan (*nonbranching*)

- Büyüme tipine göre; Sınırsız (indeterminat), Yarı sınırlı (semi-determinat) ve Sınırlı (determinat)
 - Kapsül açıklığına göre; Açık kapsüllü (dehiscent), Yarı açık kapsüllü (semi-indehiscent)ve Kapalı kapsüllü (indehiscent)
- olarak ifade edilmektedir.

Türkiye’de yetiştirilen susam tohumları çeşitleri kapsülde karpel sayısı açısından % 99.5 oranında 2-karpelli, yaprak koltuğunda kapsül sayısı açısından % 95 oranında ise 1-kapsüllü olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca ülkemizdeki susam tohumları genel olarak sınırsız büyüme tipinde (indeterminat), açık kapsüllü ve dallanır özelliktedir. Kabuk rengi açısından değerlendirildiğinde ise % 50’sinin kahverengi, %30’unun sarı, % 13’ünün beyaz, % 7’sinin koyu kahverengi ve % 1’inin siyah olduğu belirlenmiştir (Baydar, 2015).

Susam tohumunun dünyadaki üretimi 4.76 milyon ton olup, toplam yağlı tohumlar içerisinde aldığı pay yaklaşık % 1 civarındır. FAO (2015) verilerine göre dünyada en fazla susam tohumu üreten ülkeler sırasıyla Myanmar (870000 ton), Hindistan (685000 ton), Çin (623000 ton), Tanzanya (456000 ton), Uganda (188740 ton), Etiyopya (181376 ton), Nijerya (158000 ton), Mozambik (117000 ton) ve Burkina Faso (100488 ton) gibi işçiliğin ucuz olduğu ülkelerdir. Çizelge 1.1’de 2013 yılı değerlerine göre dünya yağlı tohum üretimi gösterilmektedir.

Çizelge 1.1. 2013 yılı değerlerine göre dünya yağlı tohum üretimi (FAO, 2015)

Bitkiler	Üretim (Milyon Ton)
Soya	276.40
Yer fıstığı	45.22
Kolza	72.53
Ayçiçeği	44.75
Susam	4.76
Pamuk	73.04
Toplam	516.34

Ülkemizde susam tohumu üretiminde dalgalanmalar mevcuttur. 1988 yılında 45000 ton'a kadar çıkan üretim 2014 yılında 17.716 ton'a gerilemiştir. Bununla birlikte hasat ile harmanının zor ve zahmetli oluşu, sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi gerekli kültürel işlemlerin yeterince uygulanmaması, yüksek verimli çeşitlerin yaygınlaştırılamaması gibi nedenlerle son yıllarda Türkiye'de susam tohumu üretimi ciddi anlamda gerilediği için ithalat artmış ve susam tohumunda dikkat çekici fiyat artışı yaşanmıştır. Bu azalmaya karşılık susam tüketimimiz her geçen gün artmakta olup, üretim miktarı tüketimi karşılayamamaktadır. Bu nedenle ülkemize her yıl yaklaşık olarak 70 milyon dolar değerinde susam ithal edilmektedir. Gelişme süresinin kısalığı, toprak seçiciliğinin az olması, kurak koşullara toleranslı oluşu ve pazarlanmasının kolaylığı gibi avantajları olmasına rağmen susam, ülkemiz yağlı tohumlar üretiminden çok düşük pay almaktadır (Öz ve Karasu, 2010; Şahin, 2014; Arıoğlu ve ark., 2015). Çizelge 1.2'de Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 1988-2014 yılları arasında üçer yıllık dönemler halinde önemli yağlı tohumlu bitkilerin Türkiye'deki üretim değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 1.2. 1988-2014 yılları arasında üçer yıllık dönemler halinde önemli yağlı tohumlu bitkilerin Türkiye üretim değerleri (ton/yıl) (TÜİK, 2015)

	Toplam	Soya	Yerfıstığı	Ayçekirdeği	Susam	Aspir	Kolza	Çiğit	Keten tohumu	Kenevir	Haşhaş
1988	1422230	150000	60000	1150000	45000	150	1400	-	3350	1200	11130
1991	1933888	110000	60000	800000	43000	138	1046	895085	1440	641	22538
1994	1859052	70000	70000	740000	34000	90	10	929902	650	400	14000
1997	2254767	40000	82000	900000	28000	65	10	1193286	228	230	10948
2000	2253448	44500	78000	800000	23800	18	187	1295066	173	140	11564
2003	2387925	85000	85000	800000	22000	170	6500	1337065	110	80	52000
2006	2789149	47300	77454	1118000	26545	395	12615	1476556	84	13	30187
2009	2396044	38442	90081	1057125	21036	20076	113886	1021200	1	3	34194
2012	3138361	122114	122780	1370000	16221	19945	110000	1373440	13	4	3844
2014	3508640	150000	123600	1637900	17716	62000	110000	1391200	0	1	16223

Ülkemizde susam tohumu üretimi konusunda Ege ve Akdeniz Bölgeleri öne çıkmakta, iç bölgelerde çok az üretim yapılmakta, kuzeye doğru gidildikçe ise susam tohumu üretiminin yapılmadığı gözlenmektedir. Türkiye'nin susam ekim alanlarının % 52'si Ege Bölgesi'nde (15073 ha) ve % 33.8'lik bir kısmı ise Akdeniz Bölgesi'nde (9.792 ha) yer almaktadır. Bu sırayı Marmara Bölgesi (3.024 ha) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi (849 ha) izlemektedir (Şahin, 2014).

Susam tohumu dünyada geniş oranda bitkisel yağı için (% 77.6) değerlendirilmekte, diğer kısmı pastacılıkta (% 20.1) ve tohumluk olarak (% 2.3) tüketilmektedir. Ülkemizde özellikle Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde önemli ölçüde üretilen susam tohumları, kavrulularak çerez veya şekerleme olarak doğrudan tüketildiği gibi çörek, ekmek ve pastaların yüzeyine serpmek suretiyle onlara hoş bir görünüm ve lezzet kazandırmak amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca susam tohumlarından elde edilen tahin, bal ve pekmeze karıştırılarak tüketildiği gibi tahin helvası yapılarak da değerlendirilmektedir (Tan ve Kaya, 2000).

Susam tohumları tüketildiğinde yüksek miktarda enerji vermelerinin yanı sıra, içerdikleri mineraller, vitaminler ve antioksidanlar nedeniyle de sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Susam tohumu niasin, folik asit, tiyamin (Vitamin B1), piridoksin (vitamin B6) ve riboflavin gibi B vitaminlerini yüksek miktarda içermesinin yanı sıra kalsiyum, demir, manganez, çinko, magnezyum, selenyum, bakır açısından da zengin bir mineral deposu olarak bilinmektedir. Bu minerallerin büyük çoğunluğunun kemik mineralizasyonu, kırmızı kan hücreleri üretimi, enzim sentezi ve iskelet kas aktivitelerinde önemli yaşamsal rol oynadığı bilinmektedir. Susam tohumları içerdikleri yüksek miktarda oleik asit ile kandaki kötü kolesterol olarak bilinen LDL kolesterol miktarını azaltırken, iyi kolesterol olarak bilinen HDL miktarını arttırmaktadır. Susam, özellikle çocukların gelişimde esansiyel olan yüksek kalitedeki aminoasitler ve diyet protein kaynağı açısından da oldukça zengindir. Sağlık üzerine bir diğer etkisi içerdiği sesamol ve sesaminol gibi fenolik antioksidanların zararlı serbest radikalleri vücuttan uzaklaştırmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca susam tohumları DNA sentezi için gerekli olan folik asidi yüksek miktarda içermektedir (Morris, 2002; Ayaz, 2008; Tunde-Akintunde et al., 2012; Nutrition and you, 2015).

Ülkemizde önemli bir tarımsal ürünümüz olmasına ve gerek besleyici değeri, gerekse lezzeti açısından sevilerek tüketilmesine karşın literatürde Türkiye’de yetiştirilen susam tohumlarının lezzet karakteristiklerinin belirlenmesi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Susam lezzeti, susamın kullanıldığı başta tahin ve tahin helvası olmak üzere çerez, şekerlemeler, simit, çörek, ekmek ve diğer bazı unlu mamuller gibi pek çok ürünün lezzetini ve tüketici tercihini önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle çalışmamızda Türkiye’nin seçilmiş bazı yörelerinde yetişen susam tohumu örneklerinin ve ıslah edilmiş tescilli çeşitlerinin lezzet karakteristiklerinin objektif ve duysal yöntemler kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma Türkiye’de yetiştirilen susam tohumlarının lezzet özelliklerinin saptanması açısından ülkemizde gerçekleştirilen ilk çalışma olup, elde edilen verilerin, ülkemizde yetiştirilen susam çeşitlerinin dünyaya tanıtımı ve bu susamlardan elde edilmiş çeşitli ürünlerin gerek ulusal, gerekse uluslararası piyasada pazarlanmaları açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde susam tohumu yetiştiriciliği, susam tohumunun kimyasal bileşimi ve besleyici özellikleri, susam tohumu ve susam tohumu yağında uçucu bileşenlerin objektif ve duyuşal yöntemlerle belirlenmesi ve yağ asidi kompozisyonlarının saptanması konusundaki çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Susam Tohumu Yetiştiriciliği İle İlgili Genel Bilgiler

2.1.1. İklim ve toprak isteği

Susam bitkisi tropik ve subtropik iklim kuşağının sıcak bölgelerinde yetişmektedir. 90 - 120 günlük gelişme devresinde aylık sıcaklık ortalamasının 20 °C'nin altına düşmemesi ve tohumların çimlenmesi esnasında toprak sıcaklığının en az 12 - 15 °C olması gerekmektedir. Susam bitkisinin gelişme süresi çimlenme sırasında olumsuz hava koşullarından (yağışlar, kuru rüzgarlar vb.) ve gece ile gündüz arasındaki ısı farkından olumsuz etkilenmektedir. Susam toprak isteği bakımından fazla seçici olmamakla birlikte, drenajı iyi, orta bünyeli, organik maddece zengin, kumlu-killi, alüvyal hafif topraklarda iyi yetişmekte fazla killi ve kireçli, çok çakıllı, su tutan topraklarda gelişimi iyi olmayan bir bitkidir (Tan, 2007).

2.1.2. Ekim zamanı

Ana ürün ekilişleri nisan mayıs ayı içinde; ikinci ürün ekilişleri ise, hububat hasadını takiben haziran ayı içinde veya temmuzun ilk haftasında yapılmaktadır. Sonbahar yağışları dikkate alınarak mümkün olduğu kadar erken ekilmelidir. Susam tohumu ekildikten sonra 4-7 günde çıkmakta ve sonra yavaş bir gelişme göstermektedir. Bitkiler 20 - 25 gün sonra 10-15 cm boya (tekleme zamanı), 35 - 40 gün sonra ise 30-35 cm boya (boğaz doldurma zamanı) ulaşmakta ve 60-75 gün sonra çiçeklenmekte, 90-120 gün sonra fizyolojik olgunluğa ulaşmakta yaklaşık olarak 110-130 gün sonra da hasat edilmektedir (Tan, 2007).

2.1.3. Olgunluk ve Hasat

Ali Baba ve Kırk Haramiler adlı eserde mağaranın taş kapısını açmak için kullanılan “Açıl susam açıl” parolası susam tohumları kapsüllerinin uçtan açılmasından esinlenilmiştir. Susam tohumlarının çiçeklenmesi alt boğumlardaki kapsüllerden başlayıp, üst boğumlara doğru ilerleyerek devam ettiği için olgunlaşma en erken alt boğum kapsüllerinden başlamaktadır. Bu sebeple üst boğum kapsülleri çok taze iken alttaki kapsüller olgunlaşmaktadır. Üst kapsüllerin olgunlaşması beklenirse bu durumda olgunlaşan alt kapsülün çatlamasıyla yüksek yağ içerikli ve iri taneli susam tohumlarının kaybı söz konusu olmaktadır. Hasadın alt kapsüller olgunlaştığı anda yapılması durumunda ise üst kapsüller olgunlaşmadığı için yine verim kayıpları olmaktadır (Baydar, 2015). Bitkinin hasat olgunluğuna gelmesi çiçeklenmenin durması, bitkilerin yaprak ve kapsüllerinin sararması, alt yaprakların kısmen dökülmesi ve alt kapsüllerdeki tohumların renk değiştirmesi, alt kapsüllerin sarararak uçlarının çatlamaya başlaması ile anlaşılmaktadır. Hasat bitkinin genel olarak elle sökümü veya toprağa yakın yerden kesimi suretiyle yapılmaktadır. Gelişme bitki söküldükten sonra bir süre daha devam edeceğinden, bitkinin sökülmesi yolu ile yapılan hasat daha fazla tercih edilmektedir. Susam tohumu hasadı kapsüllerin çatlayarak açılması sebebi ile tamamen el emeğine dayalı olarak gerçekleştirildiği için susam tarımı iş gücünün ucuz olduğu ülkelerde yapılmaktadır (Tan, 2007; Baydar, 2015).

Hasat edilen bitkilerin, üst kısımlarındaki kapsüller bir süre gelişmeye devam ettiğinden, 15-25 tanesi bir araya bağlanarak, temiz bir zeminde 5-7 gün süreyle baskıya alınmaktadır. Baskıdan çıkarılan demetler beton veya düz bir zemin üzerinde 8-10 demet bir arada olmak üzere tepe kısmından bağlanarak gümül (tokurcun) yapılmaktadır. Gümül süresi hava koşullarına bağlı olarak 8-15 gündür. Harmanda demetler elle veya tahta bir sopa yardımıyla branda veya temiz naylon örtüler üzerinde silkelenmek veya çırpılmak suretiyle kapsüllerdeki tohumların dökülmesi sağlanmaktadır. Bu işlemin ardından da tohumlar önce savurma yoluyla ve elekten geçirilerek sap ve saman gibi iri unsurlardan ayrılmaktadır. Susam yağlı tohum olduğundan, hava sirkülasyonu olan, kuru bir yerde muhafaza edilmektedir (Tan, 2007; Şahin, 2014).

2.1.4. Depolama

Elenerek temizlenen susam tohumu bez veya jüt çuvallarda saklanarak piyasaya sunulmaktadır. rn bekletilecek ise çuvallar ağaç ızgaralar üzerinde dezenfekte edilmiş serin, kuru ve hava alan depolarda saklanmaktadır. Uzun süreli (20  C'nin altında) depolanacak tohumlarda nem oranı en fazla % 8-9'u geçmemelidir. Tohumların uygun muhafazası için depo koşulları (sıcaklık, havalanma, nem vb.) büyük önem taşımaktadır. Depoda bağıl nemin %75'den fazla olması küflenme sorununa yol açmaktadır. Depo koşullarının istenilen düzeyden yüksek olması halinde, tohumun havalandırılması ve depo koşullarının uygun duruma getirilmesi gerekmektedir (Tan, 2007).

2.2. Susam Tohumunun Kimyasal Bileşimi ve Besleyici zellikleri

Susam tohumlarının bir çok ülkede sevilerek tüketilmesi hoşa giden lezzetin yanısıra içerdikleri bileşenler ve sağlık üzerine etkilerinden kaynaklanmaktadır.

nal and Yalçın (2008) yaptıkları bir çalışmada Türk susamlarının kompozisyonunu belirlemek amacıyla Antalya ve Menemen bölgelerinden temin ettikleri Gölmarmara, Muganlı 57, zberk 82 ve Çamdibi susam tohumlarını incelemişlerdir. Söz konusu çalışmada susam tohumlarının kimyasal kompozisyonu (nem, kül, protein, yağ) ve bu tohumlardan ekstrakte edilen susam yağlarında sterol kompozisyonları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar izelge 2.1'de ve izelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Türkiye’de yetiştirilen susam tohumu çeşitlerinin kimyasal kompozisyonu (Ünal and Yalçın, 2008)

	Susam tohumu çeşitleri							
	Gölmarmara (Antalya)	Gölmarmara (Menemen)	Özberk 82 (Antalya)	Özberk 82 (Menemen)	Muganlı 57 (Antalya)	Muganlı 57 (Menemen)	Çamdibi (Antalya)	Ortalama
Nem %	4.47 ± 0.10	4.16 ± 0.04	4.56 ± 0.04	4.27 ± 0.03	4.44 ± 0.05	4.25 ± 0.08	4.62 ± 0.03	4.40 ± 0.05
Kül %	4.07 ± 0.06	3.88 ± 0.06	4.10 ± 0.05	4.37 ± 0.06	4.92 ± 0.05	5.30 ± 0.03	4.26 ± 0.03	4.41 ± 0.05
Protein %	21.13 ± 0.05	23.18 ± 0.10	21.17 ± 0.09	22.08 ± 0.10	18.00 ± 0.10	20.81 ± 0.12	20.68 ± 0.06	21.00 ± 0.09
Yağ %	56.21 ± 1.01	56.50 ± 1.15	53.44 ± 1.00	54.06 ± 0.95	56.55 ± 0.90	50.57 ± 1.00	52.46 ± 0.90	54.26 ± 0.99

Çizelge 2.2. Türkiye’de yetiştirilen susam tohumlarının desmetil sterol kompozisyonları (Ünal and Yalçın, 2008)

Desmetil Sterol	Susam tohumu çeşitleri							
	Gölmarmara (Antalya)	Gölmarmara (Menemen)	Özberk 82 (Antalya)	Özberk 82 (Menemen)	Muganlı 57 (Antalya)	Muganlı 57 (Menemen)	Çamdibi (Antalya)	Ortalama
Kolesterol	0.23±0.005	0.22±0.005	0.18±0.004	0.07±0.002	0.14±0.001	0.11±0.002	0.8±0.001	0.15±0.003
Kampesterol	17.80±0.05	17.86±0.05	18.86±0.05	18.79±0.06	18.48±0.05	18.53±0.05	18.63±0.05	18.42±0.05
Stigmasterol	7.41±0.02	6.96±0.02	7.42±0.03	6.87±0.02	6.90±0.02	7.08±0.02	7.55±0.02	7.17±0.02
Klerosterol	1.79±0.01	1.41±0.01	1.20±0.01	1.41±0.01	1.24±0.01	1.32±0.01	0.82±0.01	1.31±0.01
β - Sitosterol	61.36±1.05	62.94±0.95	61.19±0.90	62.55±0.90	63.40±1.00	64.02±1.02	63.27±1.00	62.68±0.97
Δ-5 avenasterol	7.61±0.05	6.58±0.05	7.53±0.05	6.82±0.06	6.41±0.05	5.39±0.05	5.40±0.04	6.53±0.05
Δ5,24 Stigmastadienol	0.93±0.02	0.74±0.01	0.96±0.01	0.75±0.02	0.71±0.02	0.58±0.02	0.79±0.01	0.78±0.02
Δ-7 Stigmastadienol	0.42±0.01	0.36±0.01	0.48±0.01	0.34±0.01	0.31±0.01	0.55±0.01	0.34±0.01	0.40±0.01
Δ-7 Avenasterol	0.57±0.01	0.75±0.01	0.51±0.01	0.58±0.01	0.53±0.01	0.68±0.01	0.49±0.01	0.59±0.01

Nzikou et al. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada Kongo’nun Brazzaville ilinde yetiştirilmiş susam tohumlarının kimyasal kompozisyonları araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada gerçekleştirilen kimyasal analizler

Çizelge 2.3. Kurutulmuş çiğ susam tohumlarının kimyasal kompozisyonu (USDA, 2015)

Besin öğeleri	Birim	100 gramdaki miktarı
Su	g	4.69
Enerji	kcal	573
Protein	g	17.73
Toplam yağ	g	49.67
Karbonhidrat	g	23.45
Besin lifi	g	11.8
Toplam şeker	g	0.30
Mineraller		
Kalsiyum, Ca	mg	975
Demir, Fe	mg	14.55
Magnezyum, Mg	mg	351
Fosfor, P	mg	629
Potasyum, K	mg	468
Sodyum, Na	mg	11
Çinko, Zn	mg	7.75
Vitaminler		
Vitamin C, toplam askorbik asit	mg	0.00
Tiamin	mg	0.791
Riboflavin	mg	0.247
Niasin	mg	4.515
Vitamin B-6	mg	0.790
Folat, DFE	µg	97
Vitamin B-12	µg	0.00
Vitamin A, RAE	µg	0.00
Vitamin A, IU	iu	9
Vitamin E (alfa-tokoferol)	mg	0.25
Vitamin D (D2+D3)	µg	0.00
Vitamin D	Iu	0.00
Vitamin K (Fillokinon)	µg	0.00
Yağlar		
Toplam doymuş yağ asitleri	g	6.957
Tekli doymuş yağ asitleri	g	18.759
Çoklu doymuş yağ asitleri	g	21.773
Kolesterol	mg	0.00
Diğer		
Kafein	mg	0

sonucunda susam tohumlarında % 5.7 nem, % 20 ham protein, % 3.7 kül, % 3.2 ham lif, % 54 yağ ve % 13.4 karbonhidrat olduğu belirlenmiştir. Mineral analizleri sonucunda ise susam tohumlarında yüksek oranda potasyum (851.35 ± 3.44 mg/100g) ve bunu takip eden sırada fosfor (647.25 ± 3.52 mg/100g), magnezyum (579.53 ± 0.42 mg/100g), kalsiyum (415.38 ± 3.14 mg/100g) ve sodyum (122.50 ± 4.21 mg/100g) bulunduğu saptanmıştır.

Bhunja et al. (2015) tarafından Hindistan'ın yerel susamlarının besin değerini belirlemek için susam tohumlarının yağ asidi kompozisyonu ve lignan kompozisyonları araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada susam çeşitleri arasındaki lignan kompozisyonlarının oldukça değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Susamların içerdikleri toplam lignanların % 3-37'sini sesamol, % 27-67'sini sesamin ve % 20-59'unu sesamolinin oluşturduğu tespit edilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Tarım Departmanı verilerine göre çiğ ve kavrulmuş susam tohumlarının kimyasal bileşimi Çizelgede 2.3'de gösterilmektedir.

2.3. Susam Tohumu ve Susam Tohumu Yağındaki Uçucu Bileşenlerin Objektif ve Duyusal Yöntemlerle Belirlenmesi İle İlgili Çalışmalar

Soliman et al. (1975) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Japonya'nın Tochigi ilinden sağlanan sarı susam tohumu örneklerindeki aroma maddeleri araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada kavrulmuş susam tohumlarının aroma maddelerinin ekstraksiyonu, vakum karbondioksit destilasyonu tekniği ile gerçekleştirilmiş ve uçucu bileşenler gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC/MS) tekniği ile tanımlanmıştır. Bu amaçla 400 g sarı susam tohumu örnekleri elektrikle ısıtılan bir tavada 200°C 'da 3 dakika boyunca kavrulmuştur. Bekletilmeden öğütülen susam tohumlarına eter ilave edilmiş ve Sokslet ekstraktör aygıtında yağ ekstrakte edilmiştir. Sonuçta elde edilen 320 ml ham susam yağına vakumlu karbondioksit destilasyonu uygulanmış ve güçlü kavrulmuş aromaya sahip olan 47.1 mg aroma ekstraktı elde edilmiştir. İzole edilen uçucu bileşenlerin GC/MS analizinde 60/80 mesh % 23 Carbowax 20M ile paketlenmiş paslanmaz çelik kolon (30 m uzunluk, 3 mm iç çap) kullanılmıştır.

Kolon başlangıç sıcaklığı 50 °C olarak ayarlanmış ve sıcaklık 1 °C/dakika hızla 180 °C'a yükseltilmiştir. Taşıyıcı helyum gazının akış hızı 30 ml/dakika olarak belirlenmiştir. Kavrulmuş sarı susamlarda 32 adet uçucu bileşen saptanmış ve bu uçucu bileşenlerden 14 adedi tanımlanmıştır. Çalışmanın sonucunda kavrulmuş sarı susam tohumunda saptanan uçucu bileşenler, metilzobutylketon, hegzanal, 1-pentantiyol (kesin olmayan tanım), 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, 2-etil-5-metilpirazin, trimetilpirazin, 2,5-dimetil-3-etilpirazin, furfural, 2,5-dietil-3-metilpirazin, benzaldehit, 5-metilfurfural, 1,2-propanediol (kesin olmayan tanım) olarak sıralanmaktadır.

Nakamura et al. (1989) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada kavrulmuş susam tohumu yağının uçucu bileşenleri incelenmiştir. Ticari olarak kavrulmuş susam tohumundan (200-210 °C'da 3.5-5 dakika) elde edilmiş susam yağı Kore'deki bir firmadan temin edilmiştir. Kavrulmuş susam tohumu yağının buhar destilasyonundan elde edilen uçucu bileşen ekstraktı; preparatif ince tabaka kromatografisi kullanılarak (TLC), nötral, zayıf asidik, asidik ve bazik fraksiyonlarına ayrılmıştır. Nötral fraksiyon TLC kullanılarak daha ileri düzeyde 10 fraksiyona ayrılmıştır. Tüm fraksiyonlar; gaz kromatografisi (GC) ve GC/MS ve gaz kromatografisi/ Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi (GC/FT-IR) tekniği ile analiz edilmiştir. GC analizleri alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve alev fotometrik dedektörü (FPD) ve kaplanmış açık tübüler (WCOT) fused silika kapiler kolon (50 m uzunluk, 0.23 mm iç çap) monte edilmiş Hitachi Model 663-30 GC aygıtında gerçekleştirilmiştir. Kolon sıcaklığı 80 °C'da başlatılıp 2 °C/dakika hızla 200 °C'a yükseltilmiştir. Taşıyıcı olarak kullanılan helyum gazının hızı 0.67 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. GC/MS analizleri, Hitachi Model M-80 GC/MS aygıtında GC analizlerindeki kromatografik kolon kullanılarak gerçekleştirilmiş, fırın sıcaklık programı da aynı şekilde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kavrulmuş susam tohumu yağlarında 221 adet bileşen tanımlanmıştır. Kavrulmuş susam tohumu yağında saptanan başlıca uçucu bileşenler; 5 adet hidrokarbon, 16 adet alkol, 21 adet aldehit, 25 adet keton, 12 adet asit, 17 adet furan, 13 adet fenol, 2 adet lakton, 38 adet pirazin, 9 adet pirol, 2 adet indol, 8 adet piridin, 4 adet oksazol, 1 adet nitril, 14 adet tiyazol, 11 adet tiyofen, 20 adet tiyol ve sülfür, 3 adet de "diğer bileşenler" olarak belirtilmiştir.

Schieberle (1996) aroma ekstraktı dilüsyon analizi (AEDA) tekniğini kullanarak orta derecede kavrulmuş beyaz susam tohumlarındaki temel kokuları araştırmıştır. Söz konusu çalışmada beyaz susam tohumları cam tüp (4.5cm uzunluk, 1cm iç çap) içine doldurulup 180 °C'da 10 dakika süre ile metal blok ısıtıcıda orta derecede kavrulmuş ve ticari blender'da öğütülmüştür. Aroma maddelerinin ekstraksiyonu için taze kavrulmuş hafif kahverengimsi öğütülmüş susam tohumları (100 g), dietil eter (150 ml) ile 20 dakika boyunca karıştırılıp süzölmüştür. Hazırlanan eterli ekstrakt (250 ml) sodyum sülfat ile kurutulup, 35 °C'ın üzerinde Vigreux kolonda çözgen destilasyonu ile 150 ml'ye konsantre edilmiştir. Uçucu bileşenleri içeren çözgenden yüksek vakum altında aroma maddeleri ekstraktı izole edilmiş ve 100 µl'ye konsantre edilmiştir. Çalışmada uçucu bileşen analizinde yüksek çözünürlüklü gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (HRGC/MS) tekniği kullanılmıştır. Type 5300 HRGC-MS aygıtında gerçekleştirilen analizde fused silika DB-5 kapiler kolon (30 m uzunluk, 0.32 mm iç çap), FFAP kapiler kolon (30 m uzunluk, 0.32 mm iç çap) ve DB-Wax kapiler kolon (30 m uzunluk 0.32 mm iç çap) kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda 41 adet uçucu bileşen saptanmış ve bunlardan 31 adedinin kütle spekturumları, alıkonma süreleri, koku kaliteleri ve koku eşik değerleri referans bileşiklerle karşılaştırılarak tanımlanmıştır. Çalışmada belirlenen başlıca uçucu bileşenler, 2,3-bütandion, 3-metilbütanal, metiyonal, 2-furfuriltiyol, 2-asetil-1-pirolin, 4-metil-3-tiyazolin, 1-okten-3-on, 2-etil-(5)6-metilpirazin, trimetilpirazin, 2-asetiltiyazol, 5-metil-2-furfuriltiyol, asetilpirazin, fenilasetaldehit, 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, 2-metoksifenol, (Z)-2-nonenal, 2,3-dietil-5-metilpirazin, (E)-2-nonenal, 3-metil-[3-metilditiyo]-furan, 2-pentiletiltiyol, 2-pentilpiridin, (E,E)-2,4-nonadienal, indol, (E,Z)-2,4-dekadial, 2-metoksi-4-vinilfenol, (E,E)-2,4-dekadial, (E)-2-andekanal, 4,5-epoksi-(E)-2-dekanal, 3-metilindol ve vanilin olarak sıralanmıştır. Çalışmada belirlenen uçucu bileşenlerin lezzet seyreltme (FD) faktörlerinin belirlenmesi amacıyla AEDA tekniği uygulanmıştır. AEDA için, dietil eter ilavesi ile seyreltilmiş 100 µl'lik orijinal ekstraktan birbirini takip eden dilüsyon serileri hazırlanmıştır. 0.5 µl örnek, yüksek çözünürlüklü gaz kromatografisi/olfaktometre (HRGC/O) tekniği ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen uçucu bileşenlerden 18 adedinin yüksek lezzet seyreltme (FD) faktörü gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmanın diğer kısmında FD faktörü 128-2048 arasında olan 10 bileşenin (2-furfuriltiyol, 2-feniletiltiyol, 2-metoksifenol, 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon, 2-pentilpridin, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, asetilpirazin, (E,E)-2,4-dekadienal, 2-asetil-1-pirolin ve 4-vinil-2-metoksi-fenol) kararlı izotop seyreltme analizi (SIDA) ile konsantrasyonları ve bu konsantrasyonların koku eşik değerlerine oranları olarak ifade edilen koku aktivite değerleri (OAV) hesaplanmıştır. Yağdaki koku eşik değerlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen analizde 250 ml kokusuz ayçiçek yağına belirlenen miktarda saflaştırılmış referans koku içeren 100 µl etanol ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 30 dakika boyunca dengeye ulaşmaya kadar karıştırılmıştır. Bu stok çözelti ayçiçek yağı (1:1 hacimce) ile seyreltildikten sonra 25 ml'lik seyreltilmiş çözeltiler 65 mm yükseklik, 40 mm iç çap ve toplam hacmi 45 ml olan cam kaplara doldurulmuştur. Örnekler 8 paneliste artan konsantrasyonlarda koklatılarak üçgen test yöntemi ile değerlendirilmiştir. 8 panelistten en az 6'sı tarafından saptanan miktarlar kaydedilmiştir. 10 µl saf etanol veya buna karşılık gelen seyreltik çözeltiler ile hazırlanmış 25 ml yağ örneği kontrol olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, yağdaki yüksek OAV değerleri olan 2-asetil-1-pirolin (kavrulmuş), 2-furfuriltiyol (kahvems), 2-feniletiltiyol (lastiğimsi) ve 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon (karamelimsi) bileşenlerinin susam tohumundaki “kavrulmuş” ve “kükürt” aromalarına önemli düzeyde katkı sağladıkları belirlenmiştir. 4-vinil-2-metoksi-fenol ve (E,E)-2,4-dekadienal bileşiklerinin konsantrasyonlarının yağdaki koku eşik değerlerine çok az veya hiç ulaşamamış olmaları nedeniyle susam aromasına çok fazla katkı sağlamadıkları da gözlenmiştir.

Shimoda et al. (1996) tarafından susam tohumu yağında bulunan uçucu bileşenlerinin tanımlanması, miktarlarının belirlenmesi ve söz konusu bileşenlerin aromaya katkılarının saptanması amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Söz konusu çalışmada ticari olarak kavrulmuş susam tohumu yağı Japonyada'ki bir firmadan temin edilmiştir. Susam tohumu yağında bulunan uçucu bileşenler düşük basınç altında (90 mm Hg) buhar destilasyonu yöntemi ve adsorptif kolon yöntemleri kombine edilerek izole edilmiştir. Bu amaçla 100 ml susam yağına 300 ml deiyonize su eklenmiştir. Buhar destilasyonu sonucunda elde edilen ekstrakt, adsorptif (emici) kolondan geçirilmiştir. Çalışmada kullanılan adsorptif kolon (10

cm uzunluk, 2 cm iç çap), 10 ml Porapak Q reçine kullanılarak hazırlanmıştır. İç standart olarak 10 µl, % 1'lik 3-fenil-1-propanol ilave edildikten sonra 60 ml dietil eter karışımı da kolondan geçirilerek kolondaki uçucu bileşenler elute edilmiştir. Elde edilen ekstrakt susuz sodyum sülfat ile 3 saat kurutulmuş ve 40 °C'deki su banyosunda buharlaştırılarak 200 µl'ye konsantre edilmiştir. Susam yağında gerçekleştirilen GC/MS analizi için çapraz bağlı polietilen glikol (PEG 20M) (film kalınlığı 1 µm) içeren 60 m uzunluğunda ve 0.25 mm iç çapa sahip fused silika kapiler kolon (DB-Wax, J ∞ W Scientific, Folsom, CA) monte edilen Hewlett-Packart 5890 GC aygıtı kullanılmıştır. Başlangıç kolon sıcaklığı 50 °C olarak ayarlanmış ve 2 °C/dakika hızla 230 °C'a yükseltilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 230 °C'a ayarlanmıştır. Çalışma sonucunda 171 adet uçucu bileşen saptanmış ve bu bileşenlerin 134 adedi tanımlanmıştır. Söz konusu bileşenler 25 adet pirazin, 1 adet piridinamin, 8 adet piridin, 14 adet pirol, 3 adet tiyofen, 11 adet tiyazol, 2 adet tiyol, 1 adet disülfür, 11 adet furan ve furanon, 11 adet hidrokarbon, 2 adet ester, 14 adet aldehit, 9 adet keton, 6 adet alkol, 3 adet fenol, 5 adet yağ asidi ve 8 adet “diğer bileşenler” olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada uçucu bileşenlerin karakteristik aromaya etkilerini belirlemek amacıyla hazırlanan koku konsantratları TLC ve GC tekniği kullanılarak ayrıştırılmıştır. Böylece susam yağının karakteristik aromasına doğrudan etkisi olan yağlı ve fıstığımsı kokulu iki polar fraksiyon oluşmuştur. Gerçekleştirilen GC analizi için çapraz bağlı polietilen glikol (PEG 20M) (film kalınlığı 1 µm) içeren 60 m uzunluğunda ve 0.25 mm iç çapa sahip fused silika kapiler kolon (DB-Wax, J ∞ W Scientific, Folsom, CA) monte edilmiş Shimadzu GC-8A GC aygıtı kullanılmıştır. Başlangıç kolon sıcaklığı 50 °C olarak ayarlanmış ve 2 °C/dakika hızla 230 °C'a yükseltilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 230 °C olarak ayarlanmıştır. Çalışmanın sonucunda susam tohumu yağının aromasına katkı yapan başlıca bileşenler, 1-(5-metil-2-furanil)-1-propanon, 3-formiltiyofen, 2-propil-4-metiltiyazol, 2-etil-4-metil-1H-pirol, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-5-metilpirazin, 4,5-dimetilizotiyazol, 4,5-dimetiltiyazol, 2,6-dietilpirazin, 2-etil-2,5-dimetilpirazin, 1-(2-piridinil) etanon, ve 1-(1-metil-1H-pirol-2-il) etanon olarak saptanmıştır.

Shimoda et al. (1997) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada kavurma derecesinin, susam tohumu yağının uçucu bileşenleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Japonya'daki bir firmadan çok kavrulmuş (180 °C'da 10 dakika) susam tohumu yağı ve az kavrulmuş (150 °C'da 10 dakika) susam tohumu yağı temin edilmiştir. Az kavrulmuş ve çok kavrulmuş susam tohumu yağında bulunan uçucu bileşenler düşük basınç altında (90 mm Hg) buhar destilasyonu yöntemi ve adsorptif kolon yöntemi kombine edilerek izole edilmiştir. Elde edilen ekstraktaki uçucu bileşenler ve miktarları GC ve GC/MS aygıtı kullanılarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bileşenler **pirazinler** (2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, 2-etilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, 2-etil-5-metilpirazin, 2,3,4-trimetilpirazin, 2-etenilpirazin, 3-etil-2,5-dimetilpirazin, 2-etil-3,5dimetilpirazin, 2-(1-metilpropil) pirazin, 2-etenil-6-metilpirazin, 2,3-dietil-5-metilpirazin, 3,5-dietil-2-metilpirazin, 2-metil-6-(1-propanil)pirazin, 2-metil-6(1-propenil)pirazin, 2-izopropenilpirazin, 2-asetilpirazin, (E)-2-metil-6-(1-propenil)pirazin, 2,3-dimetil-5-izopentilpirazin); **piroller** (2-etil-1H-pirol, 1H-pirol, 3-metil-1H-pirol, 1-metil-1H-pirol-2-asetonitril, 1-etil-1H-pirol-2-karboksialdehit, 1-(1-metil-1H-pirol-2-il)etanon, 1-(1H-pirol-2-il)etanon, 1H-pirol-2-karboksialdehit, metilpirol-2-karboksilat); **piridinler** (1-(2-piridiniletanon), 4-piridinil asetat, metil 4-piridinkarboksilat, 2-piridinmetanol; **tiyazoller** (4-etiltiyazol, 2,4-dimetiltiyazol, 2,5-dimetiltiyazol, 4,5-dimetilizotiyazol, 4,5-dimetiltiyazol, 4-metil-5-etiltiyazol, 2-etil-5-metiltiyazol, 2-propil-4-metiltiyazol, 2-bütil-5-metiltiyazol); **furanlar** (2-pentilfuran, 2-furfural, 2-furanmetilasetat, 5-metil-2-furfural, furfuril alkol, 1-(5-metil-2-furanil)-1-propanon, α -metil- α -vinil-2-furanasetaldehit; **alifatik aldehitler** (pentanal, hegzanal, 2-metil-2-bütenal, heptanal, oktanal, (E)-2-heptenal, (E)-2-oktenal, (E,E)-2,4-nonadienal, (E,Z)-2,4-dekadienal, (E,E)-2,4-dekadienal; **alifatik alkoller, ketonlar ve asitler** (2-heptanon, hegzanol, 2-nonanon, oktanol, hegzanoik asit, heptanoik asit, dodekanol, oktanoik asit), aromatik bileşenler (benzaldehit, 1-feniletanon, guaikol, benzenmetanol, benzenetanol, α -etilbenzenasetaldehit, 2-metoksi-5-(1-propenil)fenol, 1-(3-metoksifenil)etanon), **diğer bileşenler** (etilasetat, d-limonen, 3,5,5-trimetil-2-siklopenten-1-on, 2,3-dihidro-1H-indol, 3-formiltiyofen, 2-furanmetanetiylol) olarak sıralanmaktadır. Çalışmada az kavrulmuş ve çok kavrulmuş susam

yağlarında bulunan uçucu bileşenlerin toplam konsantrasyonları sırasıyla 9726 ppb ve 2014 ppb olarak saptanmıştır. Kavurma derecesi arttıkça monoalkilpirazinlerin miktarının azaldığı, buna karşın dialkilpirazin ve trialkilpirazin miktarının arttığı gözlenmiştir. Ayrıca kavurma derecesinin artması ile susam yağında 4,5-dimetilizotiyazol, 4,5-dimetiltiyazol, 2-propil-4-metiltiyazol ve 2-bütil-5-metiltiyazol miktarlarının arttığı gözlenirken; 1H-pirol-2-karboksialdehit miktarının azaldığı belirlenmiştir. Aynı şekilde guaiakol ve 2-furanmetanetirol düzeylerinin sırasıyla 32 ppb'den 321 ppb'ye ve 6ppb'den 40 ppb'ye yükseldiği gözlenmiştir. Hegzanal, (E)-2-heptanal, ve (E,E)-2,4-dekadienal düzeylerinin ise hemen hemen aynı kaldığı saptanmıştır.

Park and Maga (1997) susam tohumunun optimum kavurma koşullarının belirlenmesi amacıyla farklı sıcaklıklarda kavrulmuş sarı susam tohumlarından elde edilen susam yağlarında duyuşal değerlendirme gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu çalışmada sarı susam tohumu örnekleri önceden ısıtılmış fırında 180 °C, 200 °C, 220 °C, 240 °C ve 260 °C'larda 8-10 dakika boyunca kavrulmuştur. Kavrulmuş susam tohumlarından yağın ekstraksiyonu amacıyla susam tohumları Osterizer blender kullanılarak 1 dakika öğütölmüştür. 900 g öğütölmüş susam tohumuna 1000 ml hegzan ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 10 saat boyunca ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Elde edilen susam yağı Whatman No:3 filtre kağıdı kullanılarak kalıntısından ayrılmıştır. Ham yağ ve özöcö karışımı oda sıcaklığında Buchi Rotavapor-R kullanılarak çözgen kokusu uzaklaşınca kadar konsantre edilmiştir. Elde edilen susam tohumu yağları 1000 ml'lik vidalı kapaklı cam şişelere doldurularak duyuşal analize kadar 0°C'da karanlıkta bekletilmiştir. Söz konusu çalışmada yaşları 25-40 arasında değişen 20 Koreli panelist, farklı sıcaklıklarda kavrulmuş susam tohumlarından elde edilen susam yağlarını sıralama testi kullanılarak değerlendirmiştir. Analiz için, 25 ml'lik alüminyum folyo ile kaplanmış vidalı kapaklı test tüpüne 10 ml'lik susam tohumu yağı örneği konularak ağız sıkıca kapatılmıştır. Panelistler örnekleri sadece koklayarak değerlendirmişlerdir. Sıralama testi 180 °C, 200 °C, 220 °C, 240 °C ve 260 °C'larda kavrulmuş susam tohumu yağları için ayrı ayrı uygulanmıştır. Gerçekleştirilen sıralama testi sonucunda en çok tercih edildiği belirlenen kavurma dereceleri arasında bir sıralama testi daha gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, 260 °C'da 8-10 dakika süre ile kavrulmuş susamdan elde edilen susam tohumu yağlarının en fazla tercih edilen örnekler olduğu saptanmıştır.

Kouzui et al. (2002) yaptıkları bir çalışmada Nijerya ve Tanzanya'da yetiştirilmiş ve ticari olarak kavrulmuş (190-210 °C sıcaklıkta 10-20 dakika) susam tohumlarından farklı tarihlerde üretilen 4 çeşit susam tohumu yağının aroma kalitesi ve uçucu bileşenleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada susam yağının uçucu bileşenleri tepeboşluğu örnekleme aygıtı (head space sampler) gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (HSS/GC/MS) tekniğiyle analiz edilmiştir. Analizlere susam tohumu yağlarının üretiminden 1 gün sonra başlanmış ve 1 yıl boyunca her ay analiz edilmiştir. Tepe boşluğu analizleri için 20 ml'lik tepe boşluğu şişesine konan 4 g susam tohumu yağı yüksek sıcaklıkta sızdırmazlık için conta ile kapatılmıştır. Tepe boşluğu analizleri için şişe 80 °C sıcaklıkta 20 dakika ısıtılmıştır. Tepeboşluğu örnekleme aygıtı (Hewlett-Packard, ABD)'nin kullanıldığı analizde lup (loop) sıcaklığı 180 °C, transfer hattı sıcaklığı ise 200 °C olarak ayarlanmıştır. GC/MS analizleri için HP-WAX (60 m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.5 µm film kalınlığı) kolon monte edilmiş 6890 plus GC (Hewlett-Packard, ABD) aygıtı kullanılmıştır. Kolon başlangıç sıcaklığı 35 °C olarak ayarlanmış ve 5 °C/dakika hızla 240 °C'a yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 10 dakika tutulmuştur. Enjektör bloğu sıcaklığı 200 °C ve taşıyıcı helyum gazının akış hızı 1.1 ml/saniye olarak belirlenmiştir. Enjeksiyon için split oranı 1/15 olarak ayarlanmıştır. Kütle seçici dedektörün (MS) (Hewlett-Packard, ABD) çalışma koşulları; ara-yüzey (interface) sıcaklığı 240 °C ve iyon kaynağı sıcaklığı 200 °C olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda susam yağı örneklerinde 29 adet ısıyla oluşan **triaçilgliserol dekompozisyon ürünü (TDP)** (asetaldehit, aseton, metil asetat, 2-metil-füranal, 2-bütanon, 2-metil-bütanal, 3-metil-bütanal, 3-metil-2-bütanon, 2,3-bütanedion, pentanal, 2,3-pentanedion, hegzanal, 2-pentil-füran, 1-pentanol, asetol, heptanal, asetik asit, asetol asetat, 2-fürankarboksialdehit, formik asit, 2-asetilfuran, propanoik asit, benzaldehit, 5-metil-2-furfural, furfural-alkol (2-füran-metanol), 1-fenil-etanon, 4-metil-1,3-dioksolan, 2,4-dekadienal, guaiakol (2-metoksi-fenol); 12 adet **kükürtlü bileşen (SC)** (metantiyol, karbon disülfür, tiyobis-metan, tiyofuran, S-metil-tiyoasetat, 2,3-dimetil-disülfür, 2-metil-tiyofen,

3-metil-tiyofen, metiletil disülfür, tiyazol, 4-metil-tiyazol, 2,4-dimetil-tiyazol) ve 22 adet **azotlu bileşen (NC)** (propannitril, 1-metil-pirol, piridin, pirazin, 3-metil-piridin, tiyazol, 2-metil-pirazin, 4-metil-tiyazol, 2,4-dimetil-tiyazol, 2,5-dimetil-pirazin, 2,6-dimetil-pirazin, etil-pirazin, 2,3-dimetil-pirazin, 2-etil-6-metil-pirazin, 2-etil-5-metil-pirazin, trimetil-pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-pirazin, pirol, 2-asetil-pirazin, 1-(5-metil-2-pirazinil)-1-etanon, 1-(6-metil-2-pirazinil)-1-etanon, 1H-pirol-2-karboks-aldehit) saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre susam tohumu yağı örnekleri arasında triaçilgliserol dekompozisyon ürünleri, kükürt ve azot bileşenleri miktarları açısından önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir. Çalışmanın diğer kısmında susam tohumu yağlarının duyuşal değerdendirilmesi amacıyla 30 g örnek 100 ml'lik behere konulmuş ve 5 panelist tarafından oda sıcaklığında koklanmıştır. Panelist seçimi amacıyla gönüllülere eşik testleri uygulanmıştır. Referans olarak kullanılmak üzere kavrulmuş susam tohumu yağı stoklarından bir standart örnek seçilmiştir. Kalitesi 5 puan olarak tanımlanan standart susam yağı örneğı HSS/GC/MS analizlerinde kullanılan 4 çeşit susam yağı ile kıyaslanmıştır. 5 puan değerdindeki standarttan daha hoş kokulu susam tohumu yağları daha yüksek 4 derecede, daha az hoş kokulu olan örnekler ise daha düşük 4 derecede sınıflandırılmıştır. Böylelikle her örnek 9 puan üzerinden sınıflandırılıp değerdendirilmiştir. Uçucu bileşen kompozisyonu ile aromatik kalite arasındaki ilişkinin incelendiğı bu çalışmada yağların aromatik kalitesi ile TDP miktarı arasında negatif korelasyon, SC miktarları ile pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. NC miktarı ile aromatik kalite arasında bir korelasyonun bulunmadığı saptanmıştır.

Tamura et al. (2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada kavrulmuş beyaz susam tohumu yağındaki aroma aktif tiyoller araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada Mısır'dan ithal edilen 250 g beyaz susam tohumu örnekleri 500 ml musluk suyu ile yıkanmış, süzülmüş ve tavada 200 °C'da 15 dakika sürekli karıştırılarak kavrulmuştur. Kavrulan örnekler sıvı azot kullanılarak dondurulmuş ve analizden önce ticari blender ile öğütülmüştür. Çalışmada 2.5 g kavrulmuş susam tohumu 50 ml diklorometan ile oda sıcaklığında 1 saat ekstrakte edilmiştir. Süzülen filtrat ikinci kez 100 ml diklorometan ile 30 dakika boyunca tekrar ekstrakte edilmiştir. Organik fazdaki uçucu bileşenler SAFE (çözgen destekli lezzet analizi) yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen destilat Vigreux kolon

(60 cm uzunluk, 1 cm iç çap) kullanılarak 200 µl ye konsantre edilmiştir. AEDA için; elde edilen SAFE destilatına (orijinal ekstrakt) diklorometan ilave edilerek, birbirini takip eden dilüsyon serileri hazırlanmıştır (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, vb.). Koku bileşenlerinin FD faktörlerinin hesaplanması amacıyla film kalınlığı 0.25 µm olan DB-5, DB-1701 ve DB FFAP kolonlar (tüm kolonlar için 30 m uzunluk. 0.32 mm iç çap) monte edilmiş Trace GC-O (gaz kromatografisi/olfaktometresi) aygıtı kullanılmıştır. 0.5 µl örnek soğuk ön kolon enjeksiyonu yöntemi ile aygıtta enjekte edilmiştir. Analizde kullanılan kolonların tamamında başlangıç kolon sıcaklığı 40 °C olarak ayarlanmış ve bu sıcaklıkta 2 dakika bekletilmiştir. Sıcaklık daha sonra 6°C/dakika hızla DB-5 kolonda 250 °C'a, DB-1701 kolonda 240 °C'a ve DB-FFAP kolonda ise 230 °C'a yükseltilmiştir. Alev iyonizasyon dedektörünün kullanıldığı aygıtta koklama portu sıcaklığı ise 230 °C dereceye ayarlanmış ve taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (akış hızı; 2.5 ml/dakika) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda susam tohumunda FD faktörü 2-2048 arasında değişen 29 adet uçucu bileşen tanımlanmıştır. Bu bileşenler, 2-metil-1-propen-1-tiyol, (Z)-3-metil-1-büten-1-tiyol, (E)-3-metil-1-büten-1-tiyol, (Z)-2-metil-1-büten-1-tiyol, (E)-2-metil-1-büten-1-tiyol, 2-metil-3-furantiyol, 3-merkapt-2-pentanon, 3-(metiltiyol) propanal (metiyonal), 2-merkapt-3-pentanon, 2-furfuriltiyol, 2-asetil-1-pirolin, 4-metil-3-tiyazolin, dimetil trisülfür, 1-okten-3-on, 4-merkapt-3-hegzanon, 2-asetiltiyazol, 3-merkapt-3-metilbutil format, 2-metil-3-tiyofentiyol, 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon, 2-etil-3,6-dimetilpirazin, 2-etil-3,5-dimetilpirazin, 2-teniltiyol, 2-feniletiltiyol, 2-pentilpiridin, (E,Z)-2,4-dekadienal, 2-metoksi-4-vinilfenol, trans-4,5-epoksi-(E)-2-dekanal, 3-metil-1H-indol, 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehit olarak sıralanmıştır. Analiz sonucunda FD faktörü en yüksek olan uçucu bileşenler ise; 2-furfuriltiyol (kahvems), 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon (karamelims), 2-tentiyol (tiyofen-2-il-metiltiyol, kahvems), 2-metoksi-4-vinilfenol (karanfil) olarak belirlenmiştir. Çalışmada bu bileşenlere ek olarak ilk kez, kükürtlü, etsi, kedimsi ve siyah kuş üzümü kokulu 9 koku aktif tiyol tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden 6 adedinin (2-metil-1-propen-1-tiyol, (Z)-3-metil-1-büten-1-tiyol, (E)-3-metil-1-büten-1-tiyol, (Z)-2-metil-1-büten-1-tiyol, (E)-2-metil-1-büten-1-tiyol ve 4-merkapt-3-hegzanon) gıda bileşeni olarak bilinmeyen uçucu bileşenler olduğu belirtilmiştir.

Tamura et al. (2011) yaptıkları diğ er bir çalışmada tavada kavrulmuş beyaz susam tohumu yağıında bulunan başlıca koku aktif tiyollerin, karakteristik aroma üzerine etkisini araştırmışlardır. Daha  nceki çalışmada (Tamura et al., 2010) beyaz susam tohumu yağıında gerçekleştirilen AEDA ve GC/O analizleri sonucunda tanımlanan 11 koku aktif tiyol n (2-metil-1-propen-1-tiyol, (Z)-3-metil-1-büten-1-tiyol, (E)-3-metil-1-büten-1-tiyol, (Z)-2-metil-1-büten-1-tiyol, (E)-2-metil-1-büten-1-tiyol, 2-metil-3-furantiyol, 3-merkapt-2-pentan-2-on, 2-merkapt-3-pentan-2-on, 4-merkapt-3-heksan-2-on, 3-merkapt-3-metilbutil format ve 2-metil-3-tiyofenetiylol) susam tohumundaki miktarları SIDA tekniğı ile saptanmıştır. Uçucu bileşenlerin koku eşik değıerleri ve konsantrasyonları belirlenerek koku aktif değıerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda kavrulmuş beyaz susam tohumu yağıının uçucu bileşenlerinde, belirlenen tiyoller arasında en yüksek koku aktif değıere sahip uçucu bileşenler, 3-metil-1-büten-1-tiyol ve 2-metil-1-büten-1-tiyol olarak belirlenmiştir.

Park et al. (2011) farklı kavurma koşullarında hazırladıkları susam tohumu yağılarındaki uçucu bileşenleri, Katı Faz Mikro Ekstraksiyon Tekniğı/Gaz Kromatografisi/K t le Spektrometresi (SPME/GC-MS) ve Elektronik Burun Tekniklerini kullanarak araştırmışlardır. Beyaz susam tohumları 217  C, 230  C ve 247  C sıcaklıkta ve 7, 14 ve 21 dakika süre ile kahve kavurma tamburunda kavrulmuştur. Kavrulmuş susam tohumu yağı preslenerek çıkarılmış ve elde edilen ham yağı santrifüjlenmiştir. Kavrulmuş susam tohumu yağıındaki uçucu bileşenlerin Katı Faz Mikroekstraksiyon Tekniğı (SPME) ile izolasyonu amacıyla 400 mg susam yağı 10 ml lik şişeye aktarılmış ve şişenin ağızı teflon kaplı kauçuk septum ile kapatılmıştır. şişenin tepe boşluğıunda bulunan uçucu bileşenlerin dengeye gelmesi için karanlıkta ve oda sıcaklığıında 1 saat bekletilmemiştir. 30  C sıcaklıkta 30 dakika su banyosunda (RW-0525, Lab Camp, Gyeonggi-do, Kore) bekletilen  rneğ n tepe boşluğıundaki uçucu bileşenler 65  m polidimetilsiloksan/divinilbenzen (PDMS/DVB) fibere adsorbe edilmiş ve adsorbe olan bileşenler GC/MS aygıtına enjekte edilmiştir. GC/MS'de film kalınlığı 0.25  m olan (30 m uzunluk, 0.25 mm iç  ap) HP-5ms kolon kullanılmıştır. Kolon başlangıç sıcaklığı 40  C olarak ayarlanmış ve bu sıcaklıkta 2 dakika bekletildikten sonra 6  C/dakika hızla 160  C'a, daha sonra 160  C'dan

10 °C/dakika hızla 220 °C'a yükseltilmiştir. Dedektör sıcaklığı 220 °C, taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun akış oranı ise 1ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Analiz sonucunda susam tohumlarında saptanan uçucu bileşenler **pirazinler** (pirazin, 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, etilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, vinilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, trimetilpirazin, 2-etil-3-metilpirazin, asetilpirazin, 2-etil-3,6-dimetilpirazin, 1-(6-metil-2-pirazinil)-1-etanon); **furan ve furfurallar** (2-metilfuran, 2,5-dimetilfuran, 2-vinilfuran, 2-furankarboksialdehit, 2-allilfuran, 2-furanmetanol, 5-metilfurfural, 2-pentilfuran, furfurilasetat, furfurilmetilsülfür; **tiyazoller ve tiyazolinler** (2-metiltiyazol, 4-metiltiyazol, 5-metiltiyazol, 2,4-dimetiltiyazol, 2-metiltiyazolin, 2,5-dimetiltiyazol, 2,4-dimetil-delta-2-tiyazolin); **aldehitler** (asetaldehit, bütanal, hegzanal, 2-heptanal, benzaldehit, nonanal) ve **diğer bileşenler** (metanetiylol, karbon disülfür, hegzan, piridin, 1H-pirol, 1-pentanol, dimetiltrisülfür, fenol, 2-pentilpiridin) olarak sıralanmaktadır. Çalışmada kavurma derecesinin susam yağının uçucu bileşenleri üzerine etkisi incelendiğinde kavurma sıcaklığının, kavurma süresinden daha önemli ve ayırt edici olduğu belirlenmiştir. Kavurma sıcaklığının 217 °C'dan 247 °C'a yükselmesi ile toplam uçucu bileşen ve pirazin miktarlarının önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir.

Agyemang et al. (2011) kavrulmuş susam yağının aroma bileşenlerini SAFE/GC-MS tekniğini kullanarak araştırmışlardır. Ticari olarak kavrulmuş susamlardan elde edilen susam tohumu yağı, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'ndeki bir firmadan (Ajinomoto, USA) temin edilmiştir. Çalışmanın uçucu bileşen ekstraksiyonu kısmında 60 g susam yağı SAFE aparatına konulmuş ve üzerine 200 ml diklorometan ilave edilmiştir. SAFE aparatına turbo pompa bağlanarak sistem iç basıncı en az 1×10^{-5} Torr olacak şekilde ayarlanmıştır. Susam yağındaki uçucu bileşenleri uçucu olmayanlardan ayırmak amacıyla susam yağı örneği vakum altında 35 °C sıcaklıktaki su banyosunda ısıtılmıştır. Diklorometan ve uçucu bileşenleri içeren ekstrakt sıvı azot kullanılarak elde edilmiştir. SAFE aparatı kullanarak uçucu olmayan uzun yağ asidi zincirleri ve trigliseritlerin, uçucu bileşenlerden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen ekstrakt 1 ml'ye konsantre edilmiş ve daha sonra ekstrakttan alınan 1 µl örnek GC/MS aygıtına enjekte edilmiştir. Uçucu bileşenlerin GC/MS yöntemi ile analizinde, film kalınlığı 0.52 µm olan (50 m uzunluk, 0.32 mm iç çap) Ultra 1 metil silikon

apolar kolon ve CP-wax 58 FFAP CP film kalınlığı 0.2 µm olan (50 m uzunluk, 0.32 mm iç çap) polar kolon monte edilmiş Agilent 6890 modeli GC aygıtı kullanılmıştır. Kolon başlangıç sıcaklığı 40 °C olarak ayarlanmış ve 2 °C/dakika hızla 270 °C'a yükseltilmiştir. Dedektör ve enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250 °C, taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun akış oranı ise 2 ml/dakika ve yöntem splitless olarak ayarlanmıştır. Polar ve polar olmayan her iki kolon ile gerçekleştirilen GC/MS analizi sonucunda 87 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Saptanan uçucu bileşenler asetik asit, propiyonik asit, pirazin, tiyazol, dimetil disülfür, asetamit, pirol, amil alkol, hegzanal, 4-metiltiyazol, metilpirazin, furfural, 5-metiltiyazol, 2-oksapropil asetat, furfuril alkol, hegzanol, gama-butirolakton, 2,4-dimetiltiyazol, stiren, 2-asetilfuran, 2,6-dimetilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, etilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, tetrahidrotiyofen, tetrahidrotiyofen-3-on, 2,5-dimetil-3(2h)-furanon, 2,4-dimetil-3-tiyazolin, 5-metilfurfural, dimetil trisülfür, tetrahidrotiyofen-2-on, 2-formiltiyofen, furfuril asetat, 2-formil-N-metilpirol, 2-etil-6-metilpirazin, 2-formilpirol, 2,4,5-trimetiltiyazol, trimetilpirazin, 2-amilfuran, 2-etil-5-metilpirazin, 2-asetiltiyazol, 5-etil-4-metiltiyazol, asetilpirazin, sikloten, 4-etil-2-metil-3-tiyazolin, 2-etil-4-metil-3-tiyazolin, 2-metil-5-izopropilpirazin, 2-asetilpirol, asetofenon, 2-etil-3,6-dimetilpirazin, guaikol, 5-etil-2,3-dimetil pirazin, 6,7-dihidro-5h-siklopentapirazin, 2-asetil-4-metiltiyazol, 2-isopropil-4-metil-3-tiyazolin, 2-asetil-3-metilpirazin, nonanal, 2-asetil-6-metilpirazin, 2-metil-4-izopropiltiyazol, 2-formil-5-metilpirol, metil nikotinat, 5-metil-6,7-dihidro-5h-siklopentapirazin, 2,3-dietil-5-metilpirazin, 2-metil-3-(metiltiyolo)-pirazin, 2-metil-5-propenilpirazin, piperidin-2,6-dion, 2-asetil-3-etilpirazin, 2-amilpridin, furfuril metil disülfür, 2,5-dimetil-6,7-dihidro-5h-siklopentapirazin, diasetin, 2-(2-furil)-pirazin, 2-fenil-trans-2-bütenal, indol, 2-metoksi-4-vinilfenol, sesamol, trans-2-trans-4-dekadienal, triasetin, 2,6-dimetoksifenol, 2-(2-furil)-5-metilpirazin, 2-(2-furil)-6-metilpirazin, vanilin, 3-feniltiyofen, gama-dekalakton, trans-alfa-bergamoten, 4-hidroksi-3-metoksiasetofenon, metil vanilat, gama-andekalakton olarak sıralanmaktadır. Çalışmada susam yağında bulunan ana bileşenlerin; metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2,6-dimetilpirazin, 2-etil-3,6-dimetilpirazin, furfuril alkol ve guaikol olduğu da gözlenmiştir. 2-etil-4-metil-3-tiyazolin ve 2-isopropil-4-metil-3-tiyazolin bileşenleri susam yağında ilk kez bu çalışmada saptanmıştır.

Xu- Yan et al. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada susam yağındaki uçucu bileşen profiline işlemin (kavurma derecesi ve yağ ekstraksiyonu) etkisi SPME/GC-MS tekniği kullanılarak araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada susam tohumunu kavurma işleminin susam yağının aroma profili üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla öncelikle 3 çeşit susam tohumu (siyah, kahverengi ve beyaz) örnekleri toz ve diğer safsızlıklardan ayrılması için 20 dakika ultra saf suda (Millipore Corp., Bedford, MA, USA) bekletilerek yıkanmıştır. Temizlenen susam tohumları 105 °C'da 30 dakika boyunca etüvde kurutulmuştur. Daha sonra örnekler 190 °C, 220 °C ve 250 °C'larda 5 dakika süre ile fırında kavrulmuş ve analize kadar plastik paketler içerisinde -10 °C'daki dondurucuda saklanmıştır. Beyaz ve kahverengi susam tohumlarındaki yağ, ev tipi presleme ünitesi kullanılarak çıkarılmıştır. Preslenmiş yağ santrifüjlenip, SPME/GC/MS tekniği ile analizlenmiştir. Çalışmanın diğer kısmında 250 °C'da kavrulmuş siyah susam tohumları için 3 farklı işlem uygulanmıştır. Uygulanan mekanik presleme yönteminde susam tohumu preslenip, ham yağı çıkarıldıktan sonra analiz edilmiştir. Sıcak suda yüzdürme yönteminde susam tohumları 30 dakika boyunca öğütülmüş, küçük hacimde sıcak su ilave edilip karıştırıldıktan sonra santrifüjlenmiş ve elde edilen susam yağı analizlenmiştir. Uygulanan çözgen ekstraksiyonu yönteminde ise öğütülmüş susama 30-60 °C'da petrol eteri ilave edilmiş ve karışım santrifüjlenmiştir. Santrifüjün üstündeki sıvıdaki petrol eteri azotla uzaklaştırılmış ve elde edilen susam yağı analizlenmiştir. Susam yağından uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu amacıyla 1 ml susam yağı 4 ml'lik cam vial'e aktarılmış ve vialin ağzı sıkıca kapatılmıştır. Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberi vialin tepe boşluğuna daldırılarak, uçucu bileşenlerin 70 °C sıcaklıkta 40 dakika süre ile ekstraksiyonu sağlanmıştır. Uçucu bileşenlerin analizi, az oranda polar olan %5 fenil metil polisiloksan ile kaplanmış HP-5MS fused-silika kapiler kolon (30 m uzunluk. 0.25 mm iç çap, film kalınlığı 0.25 µm) monte edilmiş GC/MS QP2010 (Shimadzu, Japan) aygıtında gerçekleştirilmiştir. Başlangıç kolon sıcaklığı 35 °C'a ayarlanmış ve 10 °C/dakika hızla 250 °C'a yükseltilmiştir. Çalışma sonucunda farklı sıcaklıkta kavrulmuş beyaz, kahverengi ve siyah susam tohumu örneklerinde **pirazinler** (1-metil-pirazin, 2,5-dimetil pirazin, 2-etil-6 metil-pirazin, 2-etil-5-metil-pirazin, trimetil-pirazin, asetil-

pirazin, 3-metil-2-pirazinilmetanol, 3-etil-2,5-dimetil-pirazin, 2-asetil-3-metilpirazin, 1-metilpirol[1,2-a]pirazin); **piroller** (1H-pirol-2-karboksialdehit, 1-(1H-pirol-2il)-etanon, 3,4-dimetil-1H-pirol-2-karboksialdehit, 2,3-dihidro-3,5-dihidroksi-6-metil-4H-piran-4-on, 1-metil-1H-pirol-2-karboksialdehit); **furanlar** (2-furanmetanol, 2-furfuriltiyol, 5-metil-2-furankarboksialdehit, 2-pentilfuran); **piridinler** (4-asetilpirimidin, 3-piridinol); **asitler** (hegzanoik asit, nonanoik asit, benzen karboksilik asit, oktanoik asit, n-dekanoik asit, dodekanoik asit, tetradekanoik asit, (E)-9-oktadekenoik asit); **alkoller ve fenoller** (2-metoksi-fenol, 2-metoksi-4-vinilfenol, 1,3-benzodioksol-5-ol, 1-dodekanol, 1-dodeken-3-ol); **aldehitler** (benzenasetaldehit, nonanal, sikloandekanon, (E)-2-dekenal, alfa-etiliden-benzenasetaldehit, (E,E)-2,4-dekadienal, 2-andekenal, 7,9-di-tert-bütil-1-okzaspiro(4,5)deka-6,9-diene-2,8-dion ve **diğer bileşenler** olmak üzere 51 adet uçucu bileşen tanımlanmıştır. Yapılan analiz sonucunda kavurma sıcaklığının susam yağı aromasını önemli düzeyde etkilediği görülmüştür. Kavurma sıcaklığı arttıkça pirazin, furan gibi bileşenlerin arttığı, aldehit ve alkollerin ise azaldığı saptanmıştır. Çalışmanın diğer kısmında kavurma derecesinin ve uygulanan yağ ekstraksiyonu işleminin elde edilen susam tohumu yağlarına etkisini belirlemek amacıyla duyu analizi (puanlama testi) gerçekleştirilmiştir. Panelde yaşları 23-45 arasında değişen 4 erkek ve 6 kadın panelist yer almıştır. Analiz için 5 ml'lik susam tohumu yağları, 110 ml'lik mavi cam kaplara konulmuş ve ağzıları sıkıca kapatılmıştır. Farklı derecede kavrulmuş susam tohumlarından elde edilen susam yağları ve 250 °C'da kavrulmuş siyah susam tohumu örneklerinden farklı yöntemle ekstrakte edilmiş susam yağları, eğitimli panelistlere ağzı kapaklı cam kaplarda sunulmuş ve panelistlerden kabın ağzını açıp örneğin tepe boşluğunu koklamaları istenmiştir. Susam yağları oluşturulan puanlama test kartları (0-2; susam yağı aroması yok, belirgin yabancı koku, 3-4; zayıf susam yağı aroması, zayıf koku, 5-7; belirgin susam yağı aroması, istenilmeyen koku yok, 8-10; güçlü, karakteristik susam yağı aroması) kullanılarak değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen puanlama testi sonucunda kavurma sıcaklığının etkisi değerlendirildiğinde, 250 °C'da kavrulmuş (beyaz, kahverengi, siyah) susamlardan elde edilen susam yağlarının aromalarının daha üstün olduğu saptanmıştır. Susam tohumlarından yağ elde etme işleminde uygulanan işlemin

etkisi değerlendirildiğinde ise Çin'in geleneksel sıcak suda yüzdürme yöntemi ile üretilen susam yağı aromasının daha üstün olduğu belirlenmiştir.

2.4. Susam Tohumu Yağının Yağ Asidi Kompozisyonlarının Belirlenmesi ile İlgili Çalışmalar

Baydar (1999) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik, fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi incelenmiştir. Çalışmada ayçekirdeği, aspir, soya, mısır, yerfıstığı, susam, pamuk, kolza, haşhaş, tütün, pelemir, keten ve ketencik bitkilerinin tohumlarından ve zeytinden elde edilen toplam 14 farklı bitkisel yağın yağ asitleri kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Tohumlardan yağın ekstraksiyonu amacıyla kurutulmuş ve öğütülmüş tohum örneklerine petrol eteri ile 6 saat ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Elde edilen ekstrakttan petrol eterinin uçurulmasından sonra kalan ham yağ, yağ asitleri analizi için esterleştirilmiştir. GC analizinde FID ve Permabond FFAP-DF (25 m uzunluk, 0.25 mm iç çap) kolon monte edilmiş HRGC Mega Tip FISIONS marka Gaz kromatografisi aygıtı kullanılmıştır. Dedektör sıcaklığı 260 °C ve enjektör sıcaklığı 250 °C olarak belirlenmiştir. Kolon başlangıç sıcaklığı 150 °C olarak ayarlanmış ve 5 °C/dakika hızla 200 °C sıcaklığa yükseltilmiştir. Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun incelendiği çalışmada susam tohumlarında % 9.40 palmitik asit, % 4.60 stearik asit, % 43.90 oleik asit, % 41.30 linoleik asit saptamıştır. Yağ asitleri bileşiminin ekolojik bölgelere göre değişimin saptanmasında Türkiye'nin Marmara Bölgesi'nden 13 adet, Ege Bölgesi'nden 22 adet, Akdeniz Bölgesi'nden 16 adet ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinden 9 adet susam tohumu popülasyonundan olmak üzere 4 farklı bölgeden toplanan 60 adet yerel susam tohumu çeşidinin yağ asitleri analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetiştirilen susam tohumlarında % 9.1-9.7 palmitik asit, % 4.2-4.8 stearik asit, % 43.2-45.3 oleik asit, % 39.5-42.4 linoleik asit saptamıştır. Elde edilen sonuçlara göre yağ asitleri dağılımının ekolojik bölgelere göre önemli değişim gösterdiği ve genel olarak kuzey enlemlerinden güney enlemlerine inildikçe stearik ve oleik asit miktarlarının arttığı, buna karşılık palmitik ve linoleik asit oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Yağ asitleri bileşiminin tohum

rengine göre değişiminin saptanmasında Diyarbakır ilinin Dicle ilçesinde kültürü yapılan popölasyon halindeki yerel susam çeşidinden seçilen siyah, koyu kahverengi, kahverengi, sarı ve beyaz susam tohumlarında yağ asitleri analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda farklı renkli susam tohumlarında % 9.74-14.15 palmitik asit, % 2.94-4.50 stearik asit, % 38.87-43.54 oleik asit, % 41.93-44.02 linoleik asit ve % 0-0.29 diğer yağ asidi saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre susam tohumlarında koyu renklilikten açık renkliliğe doğru gidildikçe düzenli olarak palmitik ve linoleik asit miktarlarının arttığı, buna karşılık stearik ve oleik asit miktarlarının azaldığı saptanmıştır.

Uzun et al. (2002) Antalya'da 1998 ve 1999 yıllarında yetiştirilmiş 6 determinant ve 4 indeterminant susam genotipinden oluşan 10 adet susam genotipini yağ oranları ve yağ asitleri kompozisyonu açısından karşılaştırmıştır. Çalışmada her iki yılda elde edilen susam tohumları örneklerinden yağ ekstrakte edilmiş ve yağ asitleri kompozisyonları GC yöntemi ile belirlenmiştir. Örneklerden yağ ekstraksiyonu Gerhardt Sokslet aparatı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Susam tohumu yağlarının metillendirilmesi işlemi için 1 g susam tohumu yağı üzerine 1 ml sodyum metilat ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra bir gece boyunca oda sıcaklığında bekletilen karışıma 0.25 ml izooktan ilave edilmiştir. Karışımdan 0.5 µl örnek alınıp GC aygıtına enjekte edilmiştir. Çalışmada FID ve fused kapiler kolon FFAP-DF (25m uzunluk, 0.25 mm iç çap) monte edilmiş Fison GC kullanılmıştır. Enjektör bloğu sıcaklığı 250 °C ve dedektör sıcaklığı 260 °C olarak belirlenmiştir. Kolon başlangıç sıcaklığı 150 °C olarak ayarlanmış ve 5 °C /dakika hızla 200 °C'a yükseltilmiştir. Taşıyıcı helyum gazının basıncı 0.15 MPa ve akış hızı 1 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Çalışma sonucunda susam tohumlarında % 8.7-13.8 palmitik asit, % 2.1-6.2 stearik asit, % 35.9-46.7 oleik asit, % 38.0-47.6 linoleik asit ve % 0.1-0.32 araşidik asit saptanmıştır. Araştırma sonucunda determinant genotiplerin, yüksek oleik ve düşük linoleik asit içeriğine sahip oldukları saptanmıştır. Bununla birlikte determinant genotiplerin yağ oranları indeterminantlarla yaklaşık olarak aynı bulunurken, düşük tohum verimleri nedeniyle yağ verimlerinin de düşük olduğu belirlenmiştir.

Dıraman ve Hışıl (2003) yaptıkları bir çalışmada GC analizinde farklı polaritede iki kapiler kolon kullanarak çeşitli yağlardaki (tereyağ, mısır özü yağı, palm yağı, zeytinyağı ve susam yağı) yağ asitlerinin cis-trans izomerlerini araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada susam tohumu örnekleri ezildikten sonra hegzan ile ekstakte edilmiştir. Hegzan fazı yağsız kuru maddeden filtrasyon ile ayrıldıktan sonra rotary evaporatörde buharlaştırılarak saf susam tohumu yağı elde edilmiştir. Yağ örneklerinin esterleştirilmesinde soğuk metillendirme yöntemi kullanılmış ve bu yöntemle metil esterlerine dönüştürülen örneklerin yağ asitleri analizi HP 6890 model GC aygıtı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Susam yağındaki yağ asitlerinin GC analizinde DB-23 (30 m uzunluk, 0.25 iç çap) ve HP-5 (30 m uzunluk, 0.32 iç çap) kapiler kolonlar kullanılmıştır. DB-23 kolonun kullanıldığı fırında başlangıç sıcaklığı 100 °C olarak ayarlanmış daha sonra 5 °C/dakika hızla 175 °C'a yükseltilmiş ve 175 °C sıcaklıktan 10 °C/dakika hızla 210 °C'a ulaşıldıktan sonra bu sıcaklıkta 15 dakika tutulmuştur. HP-5 kolonun kullanıldığı fırında ise başlangıç sıcaklığı 180 °C olarak belirlenmiş ve 2 °C/dakika hızla 240 °C'a yükseltilmiştir. Her iki kapiler kolon için, enjektör ve dedektör portu sıcaklığı 250 °C, taşıyıcı helyum gazının akış oranı ise 0.5 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Yağ asitlerinin tayininde standart olarak bütirik asitten (C 4:0) nervoik asite (C 24:1) kadar içerisinde trans yağ asitlerinin de bulunduğu 37 yağ asidinin metil esterlerinin karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals 189-19) kullanılmıştır. Analiz edilen örneklerin kromatogramlarındaki pikler, standarttaki yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak tayin edilmiş ve sonuçlar % yağ asidi olarak verilmiştir. Çalışma sonucunda DB-5 kolonla yapılmış GC analizinde susam yağının yağ asidi kompozisyonu % 0.01 miristik asit (C14:0), % 9.12 palmitik asit (C16:0), % 0.08 margarik asit (C17:0), % 0.04 margoleik asit (C17:1), % 6.28 stearik asit (C18:0), % 43.54 oleik asit (C18:1), % 36.16 linoleik asit (C18:2), % 0.32 linolenik asit (C:18:3), % 0.7 araşidik asit (C20:0), % 0.23 eikosenoik asit (gadoleik asit) olarak belirlenmiştir. Söz konusu yağ asitleri dışında DB-5 kolonla yapılmış GC analizinde belirlenen trans yağ asitleri; % 0.11 trans palmitik asit, % 0.02 trans oleik asit (elaidik asit), % 0.05 trans linoleik asit, % 0.03 trans linolenik asit olarak sıralanmaktadır. HP-5 kolonla gerçekleştirilmiş GC analizinde ise susam yağının yağ asidi kompozisyonu % 0.01 miristik asit (C14:0), % 8.80 palmitik asit (C16:0), % 0.08

margarik asit (C17:0), % 0.05 margoleik asit (C17:1) % 6.30 stearik asit (C18:0), % 50.37 oleik asit (C18:1), % 33.13 linoleik asit (C18:2), % 0.7 araşidik asit (C20:0), % 0.21 gadoleik asit (C20:1) olarak belirlenmiş ancak linolenik asit (C:18:3) saptanmamıştır. Söz konusu yağ asitleri dışında % 0.13 oranda trans palmitik asit saptanırken, trans oleik asit (elaidik asit), trans linoleik asit ve trans linolenik asit belirlenmemiştir. Her iki kolonla elde edilen kromatogramlardan DB-23 kolonun yağ asitlerini HP-5 kolona göre daha iyi ayırdığı gözlenmiştir.

Baydar (2005) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 2000 ve 2002 yıllarında verim, yağ, oleik asit, ve linoleik asit miktarlarını arttırmak için Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisindeki 4 hatta geliştirilen susam tohumu örneklerinin ve kontrol çeşitlerinin (Baydar-2001 ve Muganlı-57) tohum verimleri, yağ verimleri, yağ oranları, yağ asitleri ve tokoferol kompozisyonları araştırılmıştır. Söz konusu çalışmanın yağ asitleri analizi ile ilgili bölümünde 1 g kurutulmuş ve öğütölmüş susam tohumuna hegzan/izopropanol (3:2, hacim/hacim) karışımı ile soğuk ekstraksiyon işlemi uygulanmış ve elde edilen yağdan çözgen karışımı evaporatör ile uçurulmuştur. Elde edilen 50 mg kadar ham yağ metil esterlerine dönüştüröldükten sonra GC (Perkin Elmer Auto System XL) aygıtına enjekte edilmiştir. Dedektör olarak FID ve MN FFAP (50 m uzunluk, 0.32 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı) kolon kullanılmıştır. Kolon başlangıç sıcaklığı 120 °C olarak ayarlanmış ve bu sıcaklıkta 1 dakika tutulduktan sonra 6 °C/dakika hızla 240 °C'a yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 15 dakika bekletilmiştir. Çalışmada enjektör sıcaklığı 250 °C, dedektör sıcaklığı 260 °C, taşıyıcı helyum gazının akış hızı 40 ml/dakika, split oranı 1/20 ve enjektör kapasitesi 0.5 mikrolitre olarak ayarlanmışır. Yapılan bu araştırma sonucunda susam tohumlarında % 8.7-14.5 palmitik asit, % 3.6-6.1 stearik asit, % 38.5-44.5 oleik asit, % 39.8-43.4 linoleik asit olduğu saptanmıştır.

Ünal and Yalçın (2008) yaptıkları bir çalışmada Türkiye'de yetiştirilen susam tohumlarının yağ asidi kompozisyonlarını belirlemek amacıyla Antalya ilinden ve İzmir'in Menemen ve Bornova ilçelerinden olmak üzere 3 bölgeden temin edilen Gölarmara çeşidi ve Antalya, Menemen ilçelerinden olmak üzere 2 bölgeden temin edilen Muganlı 57, Özberk 82 ve Çamdibi çeşidi susam tohumlarını incelemiştir. Söz konusu çalışmada yağ asidi ekstraksiyonu

amacıyla susam tohumları 20 °C sıcaklıkta hegzanla 72 saat boyunca ekstrakte edilmiş ve süzölmüştür. Ekstraksiyon işlemi aynı şekilde hegzan kullanılarak ve ısıtma işlemi uygulamadan 3 kez tekrar edilmiştir. Toplanan ekstrakt 50 °C sıcaklıkta vakum altında buharlaştırıldıktan sonra ekstrakte edilen yağ susuz sodyum sülfat ile kurutulmuştur ve elde edilen yağ asitlerinin metil esterleri hazırlanmıştır. GC analizinde hidrojen FID ve CP-Sil-88 Wcott fused silica kolon (50 m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.20 mm film kalınlığı) monte edilmiş 5890 model Hewlett Packard Gaz Kromatografisi aygıtı kullanılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklığı 270 °C olarak belirlenmiştir. Kolon başlangıç sıcaklığı 170 °C olarak ayarlanmış ve dakikada 1 °C/dakika hızla 205 °C'a yükseltilmiştir. Split oranı 1/50 ve taşıyıcı hidrojen gazının akış oranı 1 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Çalışma sonucunda susam tohumu çeşitlerinde % 0.02-0.03 miristik asit, % 8.32-9.44 palmitik asit, % 0.11-0.14 palmitoleik asit, % 4.93-5.76 stearik asit, % 40.62-42.42 oleik asit, % 41.67-44.36 linoleik, % 0.56-0.60 linolenik asit, % 0.60-0.69 araşidik asit ve % 0.01-0.07 eikosenoik asit (gadoleik asit) saptanmıştır. Susam tohumu çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonunun % 80'inden fazlasını oluşturan oleik ve linoleik asit miktarları arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır.

Nzikou et al. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada Kongo'nun Brazzaville ilinde yetiştirilmiş susam tohumlarının ve bu tohumlardan elde edilmiş susam tohumu yağlarının kimyasal kompozisyonları araştırılmıştır. Çalışmada yağ asitleri analizi kısmında kahve değirmeninde öğütölen susam tohumlarından yağın ekstraksiyonu Sokslet yöntemi ve metanol/kloroform ekstraksiyonu ile gerçekleştirilmiştir. Sokslet yöntemi ile ekstraksiyon için, 50 g öğütölmüş susam tohumu (40-60 °C) petrol eteriyle sokslet ekstraktöründe 8 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. Elde edilen susam yağından çözgen önce rotary evaporator ile, geride kalan çözgen ise 60 °C sıcaklıkta 1 saat kurutularak ve % 99.9 azot kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Metanol/kloroform ekstraksiyonu için 100 g öğütölmüş susam tohumuna metanol/kloroform (1:1) ve su ilave edilerek homojenize edilmiş ve organik faz (kloroform) ve sulu faz (methanol-su) olmak üzere iki ayrı faz oluşmuştur. Elde edilen susam yağındaki çözgen sokslet yöntemi ile ekstraksiyonda olduğu şekilde uzaklaştırılmıştır. Yağ asitlerinin metillendirilmesi işlemi 50 mg susam yağına 950 µl n-hegzan ve sonrasında 50 µl sodyum metoksit ilave edilerek gerçekleştirilmiştir. Karışım 5 saniye

vortekslenmiş ve 5 dakika bekletilmiştir. Üst fazdan alınan 1 µl örnek FID ve BPX70 polar kapiler kolon (60 m uzunluk, 0.32 mm iç çap) monte edilmiş GC aygıtına enjekte edilmiştir. Kolon başlangıç sıcaklığı 110 °C olarak ayarlanmış ve 1 dakika bu sıcaklıkta tutulduktan sonra 8 °C/dakika hızla 220 °C'a yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta da 1 dakika tutulmuştur. Susam tohumlarından Soksalet yöntemi ve metanol/kloroform ekstraksiyonu ile elde edilen susam yağlarında sırasıyla % 8.66-8.49 palmitik asit, % 5.45-5.43 stearik asit, % 38.86- 38.81 oleik asit , % 46.18-46.34 linoleik asit,% 0.85-0.94 araşidik asit belirlenmiştir. Her iki yöntemle elde edilen susam tohumu yağlarının yağ asitleri miktarları arasında istatistiksel olarak farklılık ($p>0.05$) olmadığı belirlenmiştir.

Şimşek (2009) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında bazı yağlık tohum yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerine farklı kavurma tekniklerinin etkisini araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada ayçiçeği, haşhaş, keten, soya ve susam tohumları mikrodalga ve etüvde kavrulduktan sonra elde edilen tohum yağlarında bazı fiziksel ve kimyasal özellikler (kırılma indisi, viskozite, peroksit sayısı, serbest yağ asitliği ve renk) belirlenmiş ve tohum yağlarının yağ asitleri kompozisyonu saptanmıştır. Yağlık tohumlarda gerçekleştirilen yağ asitleri analizi için öncelikle tohum örnekleri aspirasyon ve eleme işlemlerinden geçirilerek içerisindeki yabancı maddelerden uzaklaştırılmıştır. Analiz için her bir örnek etüvde (90 °C, 150 °C ve 210 °C'da 10 dakika) ve mikrodalgada (540 W, 720 W ve 900 W'da 8 dakika) kavrulduktan sonra değirmende öğütülüp Soksalet yöntemi ile ham yağları elde edilmiştir GC analizinde 60/80 mesh Chromosorb W (AW-DMCS) ile paketlenmiş (sabit faz, %10'luk Dietilen Glikol Suksinat) kolon ve FID kullanılmıştır. Enjektör ve dedektör bloğu sıcaklığı 200 °C'a, kolon sıcaklığı ise 180 °C'a ayarlanmıştır. Taşıyıcı azot gazının ve yanıcı hidrojen gazının akış hızı sırasıyla 30 ml/dakika ve 28 ml/dakika olarak belirlenmiştir. Yağ asitlerinin metil esterleri karışımı standardı ve esterleştirilmiş tohum yağı örnekleri bu şartlar altındaki GC aygıtına enjekte edilmiştir. Çalışmanın sonucunda yağlık tohumların yağlarında en fazla miktarda bulunan yağ asidinin ayçiçeği, haşhaş, soya ve susam tohumu yağlarında linoleik asit iken, keten tohumu yağında ise linolenik asit olduğu saptanmıştır. Kontrol grubundaki çiğ susam tohumlarında yağ asidi kompozisyonu palmitik asit (% 9.56) , stearik asit (% 5.5), oleik asit (% 36.82), linoleik asit (% 42.7) ve linolenik asit (<% 1) olarak belirlenmiştir. Susam tohumu

örneklerinin yağ asidi kompozisyonları incelendiğinde mikrodalgada kavrulan örneklerdeki linoleik asit değerinin etüvde kavrulan numunelere oranla daha düşük olduğu, palmitik asit değerinin ise tam tersine daha fazla olduğu saptanmıştır.

Cürat (2010) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında Kilis ve yöresinde yetiştirilen yerel susam tohumu popülasyonlarının biyolojik ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Susam tohumundan yağ ekstraksiyonu ve yağ miktarının belirlenmesi amacıyla her hattan alınan 5 g'lık susam tohumu örnekleri mikro değirmende öğütülerek, kartuşlara aktarılmıştır. Kartuş aleti ekstraksiyon beheri içindeki askılıklara yerleştirilmiş ve ekstraksiyon beheri içerisine 150 ml eter ilave edilerek Soksalet aygıtı ile 4 saat boyunca ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstraksiyon sonunda asılı durumda olan kartuşlar alınarak ekstraksiyon beherleri 103 °C'de 1 saat kurutulup, desikatörde soğutulmuştur. Soğutulan kalıntı 0.001 g duyarlılıkla tartılıp, iki tartım arasındaki fark % 0.1'den az oluncaya kadar kurutma, soğutma ve tartım işlemlerine devam edilmiştir. Tartım sonucu örneklerdeki yağ miktarları ağırlık yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Çalışmada yağ asitlerinin esterleştirilmesi için deney tüplerine 0.5 g susam yağı alınıp üzerine 10 ml n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra 0.5 ml metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ilave edilmiş ve tüpün kapağı kapatılarak 30 saniye boyunca kuvvetlice çalkalanmıştır. Çözelti 1 saat bekletildikten sonra üstteki berrak faz alınarak enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. GC analizleri için alev iyonizasyon dedektörü ve DB-23 (% 50 siyanopropil metilpolisiloksan) kapiler kolonu (60 m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı) monte edilmiş GC kullanılmıştır. Taşıyıcı helyum gazının akış oranı 1 ml/dakika olarak ayarlanmış, enjektör ve dedektör sıcaklıkları 220 °C ve 260 °C olarak belirlenmiştir. Kolon başlangıç sıcaklığı 90 °C olarak ayarlanmış ve 3 °C/dakika hızla 260 °C'a yükseltilmiştir. Çalışma sonucunda susam tohumlarının palmitik asit değerlerinin % 7.83-9.46, stearik asit değerlerinin % 5.40-6.09, oleik asit değerlerinin % 43.51-49.05, linoleik asit değerlerinin % 36.10-39.80 ve araşidik asit değerlerinin ise % 0.31-0.57 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Vijay et al., (2015) yaptıkları bir çalışmada siyah susam tohumlarından farklı yöntemlerle ekstrakte edilmiş susam tohumu yağlarındaki yağ asitleri

kompozisyonlarını incelemişlerdir. Söz konusu çalışmada susam tohumlarının yağları katı-sıvı ekstraksiyonu ve Sokslet ekstraksiyonu yöntemleri ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen ekstrakta GC yöntemi uygulanmıştır. Katı-sıvı ekstraksiyonu yönteminin uygulanmasında 10 g susam tohumu 60 ml petrol eterinde 12 saat boyunca bekletilmiş ve süzülmüştür. Kalıntı iki kez daha çözgenle ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlardaki çözgen 40 °C sıcaklıkta azaltılmış basınç altındaki rotary vakum evaporatörde uçurulmuş ve ham yağ elde edilmiştir. Sokslet ekstraksiyonu yönteminin uygulanmasında ise 10 g susam tohumu 150 ml petrol eteri (60-90 °C) ile Sokslet ekstraktöründe 80 °C'da 6 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlardaki çözgen 40 °C sıcaklıkta azaltılmış basınç altındaki rotary vakum evaporatörde uçurulmuş ve ham yağ elde edilmiştir. Metilendirme işlemi için 25 ml'lik balon jojeye konulan 100 mg susam yağı örneğine 5 ml % 0.5 (w/v) sodyum hidroksit/metanol çözeltisi ilave edilmiş ve geri soğutucu kullanılarak 45 dakika boyunca kaynatılmıştır. Örneğin üzerine 2 ml bor triflorür-eter çözeltisi eklenip 5 dakika kaynatıldıktan sonra 5ml hegzan eklenmiş ve çözelti tekrar 5 dakika daha kaynatılmıştır. Daha sonra soğutulmuş olan bu çözeltiye bir miktar doyurulmuş sodyum klorür eklenmiş ve 10 saniye karıştırılmıştır. Uygulanan işlemin sonunda 1 ml üst faz alınıp 1 ml izooktan çözeltisi ile seyreltilmiştir. Gaz kromatografisi yönteminin uygulanmasında FID ve DB-23 kapiler kolon (30 m uzunluk, 0.25mm iç çap) monte edilmiş HP 5890 model GC aygıtı kullanılmıştır. Kolon başlangıç sıcaklığı 120 °C olarak ayarlanmış, 2 °C/dakika hızla 190 °C'a yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 8 dakika tutulmuştur. Dedektör ve enjektör bloğu sıcaklığı 250 °C olarak belirlenmiştir. Taşıyıcı azot gazının akış hızı 1 ml/dakika ve split oranı 1/100 olarak ayarlanmıştır. Yağ asitlerinin metil esterleri, referans standardın alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda susam tohumlarından Sokslet ekstraksiyonu (% 34 yağ) yöntemi ile katı-sıvı ekstraksiyon (% 18 yağ) yöntemine göre daha yüksek yağ verimi elde edildiği belirlenmiştir. Susam tohumu yağlarında saptanan yağ asitlerinden palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit miktarları sırasıyla Sokslet yöntemi elde edilen örneklerde % 4.4, % 1.3, % 18.58, % 21.25 ve % 0.3; katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen örneklerde ise % 2.83, % 0.3, % 10.85 ve % 15.62 olarak

belirlenmiştir. Katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş yağda linolenik saptanmamıştır.

Bhunia et al. (2015) tarafından Hindistan'ın yerel susamlarının besin değerini belirlemek için susam tohumlarının yağ asidi kompozisyonu ve lignan kompozisyonları araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada Hindistan'ın yerel ıslah edilmiş 54 adet susam tohumu çeşidinin GC ve Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemleriyle yağ asidi ve lignan kompozisyonları belirlenmiştir. Çalışmanın yağ asitleri analizi kısmında 5-10 µl metillendirilmiş örnek, manuel enjektör ve Omegawax 250 fused silika kapiler kolon (30m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı) monte edilmiş GC-Clarus 500, Perkin Elmer (Waltham, MA) aygıtına enjekte edilmiştir. Çalışmada FID kullanılmış ve split oranı 1/20 olarak belirlenmiştir. Taşıyıcı hidrojen gazının basıncı 114.9 kPa ve akış oranı 1.29 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Kolonun başlangıç sıcaklığı 140 °C'a ayarlandıktan sonra 10 °C/dakika hızla geçici olarak 250 °C'a yükseltilmiş ve işlem sıcaklığı 220 °C'da tutulmuştur. Çalışma sonucunda susam tohumlarının yağ asidi kompozisyonlarının çeşitler arasında büyük değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Susam tohumlarında % 10-22 palmitik asit, % 5-10 stearik asit, % 38-50 oleik asit, % 18-43 linoleik asit ve % 1'den az olmak üzere linolenik asit belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini 2013-2014 yılı hasadı olan Türkiye’de ıslah edilmiş 13 adet tescilli susam tohumu örneği ve farklı yörelerden temin edilmiş 4 adet susam tohumu örneği olmak üzere toplam 17 adet örnek oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan susam tohumu örnekleri çiğ ve kavrulmuş formlarında ayrı ayrı analizlenmiştir. Çalışmada kullanılan susam tohumu örneklerinin temin edildiği kaynaklar ve renkleri Çizelge 3.1 ve 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Tescilli susam tohumu çeşitlerinin temin edildiği kaynaklar ve renkleri

Kaynak	Çeşit	Renk
Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Osmanlı 99	beyaz
	Orhangazi 99	beyaz
	Tan 99	beyaz
	Cumhuriyet 99	beyaz
	Kepsut 99	beyaz
	Tanas	sarı
	Sarısu	sarı
	Muganlı 57	sarı-kahverengi
	Özberk 82	sarı-kahverengi
GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Hatipoğlu	kahverengi
	Arslanbey	koyu kahverengi
	Boydak	kahverengi
Akdeniz Üniversitesi	Birkan	sarı-kahverengi

Çizelge 3.2. Türkiye’nin farklı yörelerinden temin edilen susam tohumu örneklerinin temin edildiği kaynaklar ve renkleri

Kaynak	Yöre	Renk
Hemsi Tarım Ürünleri Tic. ve San. Ltd. Şti.	Adana	sarı-açık kahverengi
	Uşak	sarı-açık kahverengi
	Fethiye	sarı-açık kahverengi
	Antalya	Sarı

Susam tohumu örnekleri elek yardımı ile temizlendikten sonra ağzı sıkıca kapatılmış cam kavanozlarda buzdolabı sıcaklığında (4 ± 2 °C) analiz süresine

kadar saklanmıştır. Kavrulmuş susam tohumu örnekleri Bölüm 3.2.1’de açıklanan denemeler sonucunda belirlenen kavurma işlemi uygulanarak elde edilmiştir.

Susam tohumunun kavurma denemelerinde ve uçucu bileşenlerin analizleri ile ilgili ön denemelerde kullanılan susam tohumu örnekleri İzmir’de bulunan bir aktardan temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

Susam tohumlarının kavrulmasında uygun olan kavurma koşullarının belirlenmesi amacıyla farklı kavurma denemeleri gerçekleştirilmiştir. Çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerinin uçucu bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla katı faz mikro ekstraksiyonu/gaz karomatografisi/kütle spektrometresi (SPME/GC/MS) yöntemi uygulanmıştır. Örneklerin duysal değerdendirilmesi amacıyla Lezzet Profili Analizi (LPA) tekniğı kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerdendirilmiştir.

3.2.1 Kavurma denemeleri ve bu amaçla uygulanan duysal test teknikleri

Susam tohumlarının kavurma denemeleri Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliğı laboratuvarında bulunan Beko marka turbo fırın kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan ön denemelerde tezin planlaması aşamasında öngörülen ve Xu-Yan et al. (2012) tarafından önerilen 190 °C’da 5 dakika kavurma işleminin istenilen kavrulmuş susam lezzetini sağlamada yetersiz kaldığı, 250 °C’da 5 dakika kavurma işleminin ise susam tohumu örneklerinin yanmalarına neden olduğu saptanmıştır. Bu nedenle uygun kavurma koşullarının belirlenmesi amacıyla susam tohumu örnekleri 3 farklı sıcaklık ve 3 farklı süre kullanılarak (200 °C, 210 °C, 220 °C’da 3, 4, 5 dakika) kavrulmuştur. Kavrulmuş örnekler (beyaz ve sarı-kahverengi), kavrulmuş susam lezzeti ve tercih artışına göre sıralama testi (Onoğur ve Elmacı, 2011) kullanılarak değerdendirilmiştir. 6 panelist ile 2 oturumda gerçekleşen değerdendirme işlemi Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliğı Bölümü, Duysal Değerdendirme Laboratuvarında sabah 10:30-11:00; öğleden sonra 14:30-15:00 saatleri arasında

her sıcaklık kendi içerisinde olacak şekilde değerlendirilmiştir. Piyasadan saf sarı renkli susam tohumu örneği sağlanamadığı için kavurma denemeleri beyaz ve sarı-kahverengi (karışık) susam tohumlarına ayrı ayrı uygulanmıştır. Kavurma denemelerinde kullanılan sıralama testine ait panel formu şekil 3.1’de gösterilmektedir.

SIRALAMA TESTİ					
İsim:			Tarih:		
Lütfen size verilen örnekleri kavrulmuş susam lezzeti artışına ve tercihinize göre sıralayınız.					
Teşekkürler.					
	Kavrulmuş lezzet			Tercih	
	Sıra	Örnek kodu		Sıra	Örnek kodu
En az	1		En az	1	
	2			2	
En çok	3		En çok	3	

Şekil 3.1. Susam tohumlarının kavurma denemelerinde kullanılan sıralama testi panel formu

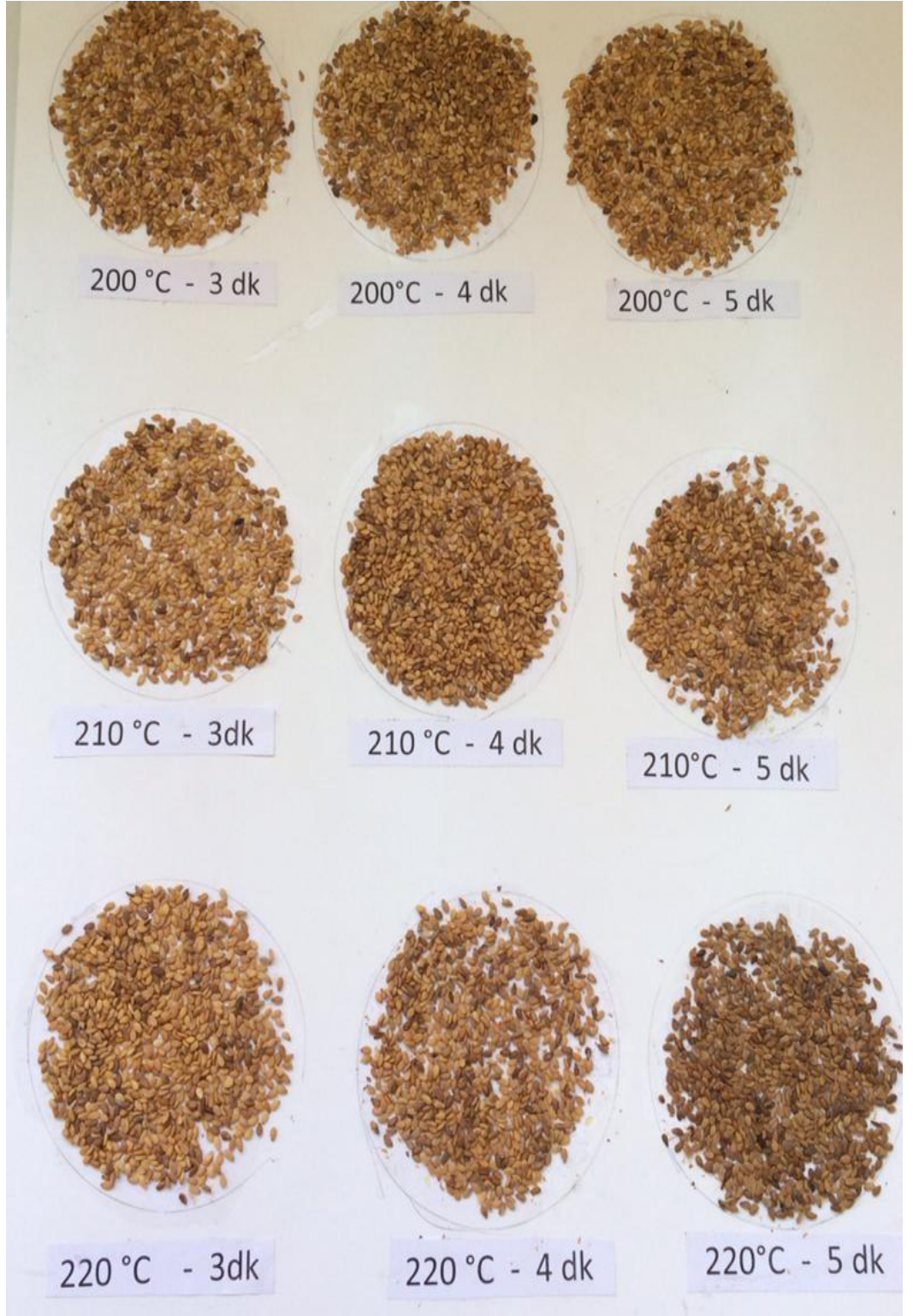
Kavurma denemelerinde kullanılan beyaz ve sarı-kahverengi susamların çiğ görünümleri Resim 3.1’de, kavrulduktan sonraki görünümleri ise Resim 3.2 ve Resim 3.3’de gösterilmektedir.



Resim 3.1. Kavurma denemelerinde kullanılan beyaz ve kahverengi susamların çiğ görünümleri



Resim 3.2. Kavurma denemelerinde kullanılan beyaz renkli susamların kavrulmuş görünümleri



Resim 3.3. Kavrurma denemelerinde kullanılan sarı-kahverengi susam tohumlarının kavrulmuş görünümleri

Araştırmada her iki grup susam tohumu (beyaz ve sarı-kahverengi) örnekleri için, 3 farklı sıcaklıkta ayrı ayrı gerçekleştirilen sıralama testi sonucunda susam

lezzeti değerlendirildiğinde kavrulmuş susam lezzetinin en yoğun olarak 220 °C sıcaklıkta 5 dakika kavrulmuş örneklerde algılandığı saptanmıştır ($p<0.05$). Tercihler değerlendirildiğinde ise panelistlerin en fazla 210 °C sıcaklıkta 5 dakika kavrulmuş örnekleri tercih ettikleri belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu nedenle çalışmada uygulanan kavurma koşullarının panelistler tarafından en fazla tercih edilen sıcaklık ve sürede (210 °C sıcaklıkta 5 dakika) gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

3.2.2. Susam tohumlarındaki uçucu bileşenlerin tayini

Çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerindeki uçucu bileşenler SPME/GC/MS yöntemiyle tayin edilmiştir.

3.2.2.1. Susam tohumlarındaki uçucu bileşenlerin SPME analizleri ile ilgili ön denemeler

Susam tohumlarında bulunan uçucu bileşenlerin SPME tekniği ile ilgili ön denemelerinde Park et al. (2011) ve Xu-Yan et al. (2012) tarafından belirtilen Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) tekniği uygulanmıştır. Ön denemelerde kullanılan örneklerdeki uçucu bileşenlerin SPME ile ekstraksiyonunda 3 farklı sıcaklık ayrı ayrı denemiştir. 30 °C, 50° C ve 70 °C sıcaklıkta 40 dakika olmak üzere blok ısıtıcıda bekletilen susam tohumlarının GC/MS analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kahve değirmeninde parçalanmış 4.5 g örnek 40 ml'lik septalı vialde aktarılmış ve belirtilen sıcaklıklara ayarlanmış blok ısıtıcı içerisine yerleştirilmiştir. Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen (PDMS/DVB) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberi vialin tepe boşluğuna daldırılıp 40 dakika bekletilerek tepe boşluğunda biriken uçucu bileşenlerin fiber üzerine adsorbsiyonu sağlanmıştır. 40 dakikanın sonunda vialden çıkarılan fiber GC/MS aygıtına enjekte edilmiş ve analiz süresince enjeksiyon bloğunda bırakılarak adsorbe olan bileşiklerin desorbsiyonu sağlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre 70 °C sıcaklıkta susam tohumlarından susamı karakterize eden daha fazla uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu sağlandığı için çalışmalara bu sıcaklıkta devam edilmiştir

Ekstraksiyonda en uygun fiberin belirlenmesi amacıyla Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen (PDMS/DVB) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberinin yanı sıra Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberi de denenmiştir. Vialin tepe boşluğuna daldırılan fiber ile 70 °C sıcaklıkta 40 dakika süre ile uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu sağlanmıştır. Yapılan GC/MS analizleri sonucunda DVB/CAR/PDMS faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberi ile susam tohumunu karakterize eden daha fazla uçucu bileşenin ekstraksiyonu sağlandığı için çalışmalara Xu-Yan et al. (2012) tarafından da önerilen bu fiber ile devam edilmiştir.

3.2.2.2. Susam tohumlarındaki uçucu bileşenlerin SPME/GC/MS analizleri ile ilgili esas denemeler

Susam tohumlarından madde 3.2.2.1’de belirtilen SPME tekniği ile elde edilen uçucu bileşenlerin GC/MS analizleri Kendirci (2008) ve Park et al., (2011) tarafından belirtilen yöntemler modifiye edilerek Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında bulunan GC/MS aygıtı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kullanılan GC/MS çalışma koşulları aşağıda verilmektedir.

Aygıt: Hewlett Packard 6890 Series GC

Hewlett Packard 5973 Series MS

Kolon: HP-5MS % 5 fenilmetilsiloksan (30 m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.25 µm film kalınlığı)

Enjeksiyon sıcaklığı: 250 °C

Enjeksiyon modu: Bölünmesiz (splitless), kalma süresi 2 dakika

Taşıyıcı gaz: Helyum, 1 ml/dk

Fırın sıcaklık programı: 45°C (2dk) / 6°C/dk / 160 °C (6dk)/220 (10dk)

Elektron enerjisi: 70 eV

Kütle aralığı: 35-350

Auxiliary sıcaklığı: 280 °C

MS kaynağı: 220 °C

MS kuadrapol: 150 °C

MS Kütüphanesi: NIST, WILEY kütüphaneleri

Susam tohumlarındaki uçucu bileşenlerin tayini amacıyla NIST ve WILEY kütüphaneleri kullanılmıştır. Aynı GC/MS koşullarında gerçekleştirilen alkan serisi enjeksiyonu ile uçucu bileşenlerin Kovats Alıkonma İndeksleri de hesaplanarak uçucu bileşenler belirlenmiştir.

3.2.3. Susam tohumlarının duysal değeriendirilmesi

Çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerinin duysal değeriendirilmesinde Onoğur ve Elmacı (2011) tarafından önerildiğı şekilde Lezzet Profili Analizi (LPA) tekniğı uygulanmıştır. Analizde görev alan panelistler Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliğı Bölümü personellerinden Onoğur ve Elmacı (2011) tarafından açıklanan 6 temel tat ve koku testlerine göre seçilmiştir. Yaşları 23-50 arasında değışen 5 panelistin görev aldığı paneller sabah 10:30-11:00; öğleden sonra 14:30-15:00 saatleri arasında haftada 5 gün ve günde 2 oturum olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Panelistlere sunulan susam tohumu örnekleri her oturumda 2 örnek ve 3 tekrar olacak şekilde değeriendirilmiştir.

Panelist eğitimlerinin ilk aşamasında susam tohumu örneklerine ait olası duysal terimler belirlenmiş ve panelistlerin bu terimleri tanımaları amacıyla referanslar (çizelge 3.3) hazırlanarak panelistlere sunulmuştur. Panelist eğitimleri 2 ay süreyle devam etmiştir.

Eğitim aşamasından sonra yöresel ve tescilli susam tohumu örnekleri çiğ ve kavrulmuş olarak Onoğur ve Elmacı (2011) tarafından önerildiğı şekilde 0-5 mm'lik grafik skala sistemi kullanılarak analiz edilmiş ve" tat sonrası izlenimler" belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar Microsoft Office Excel programı kullanılarak örümcek ağı diyagramları oluşturulmuştur.

Çizelge 3.3. Susam tohumlarında saptanan duyuşsal terimler ve bu terimlerle ilgili referanslar

Duyuşsal Terim	Referans madde
bitkisel yağ	ayçiçek yağı
ayçekirdeğı	ay çekirdeğı
toprak	toprak
acı	0.195 g/l kafein çözeltisi
ekşi	0.43 g/l sitrik asit çözeltisi
odun	ıslatılmış odun parçası
ot	çimen
fındık, fıstık	fındık, yerfıstığı
mısır	mısır
kavrulmuş	kavrulmuş susam
yeşil	bezelye
tahin	tahin
sabunumsu-okside	referans kullanılmamıştır
is	referans kullanılmamıştır
meyvemsi tatlı	referans kullanılmamıştır
çiçek	referans kullanılmamıştır

3.2.4. İstatistiksel değerlendirmeler

Susam tohumları için en uygun kavurma işlemi sıcaklığının ve süresinin saptanması amacıyla sıralama testi 2 tekrar olacak şekilde uygulanmış ve sonuçların istatistiksel analizleri Onoğur ve Elmacı (2011) tarafından önerilen değerlendirme tabloları ile % 95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma süresince gerçekleştirilen tüm objektif ve duyuşsal analizler 3 tekrarlı olarak yürütölmüş ve istatistiksel analizler için varyans analizi uygulanmıştır. Lezzet karakterlerinin ve SPME/GC/MS ile saptanan uçucu bileşenlerin çeşitler arasındaki farklılığı Duncan Testi ile belirlenmiştir. Susam tohumu çeşitleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla ortak uçucu bileşenlere ve lezzet karakterlerine ait bulgular Cluster (Kümeleme) analizi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca örnekler için ayırt edici lezzet karakterlerinin ve uçucu bileşenlerin saptanmasında Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmeler XLSTAT 2013 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. Çiğ susam tohumu örneklerine uygulanan yağ asitleri analizi

3.2.5.1. Susam tohumundan ham yağ ekstraksiyonu (soğuk ekstraksiyon)

Susam tohumundan ham yağın ekstraksiyonu Başoğlu (1987)'da önerildiği şekilde yağ asitlerinin bozulmaması amacıyla ısıl işlem gerektirmeyen “soğuk ekstraksiyon” yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yöntemde 40 g susam örneği kahve değirmeninde öğütüldükten sonra erlenmayere alınmış ve üzerine 100 ml hegzan ilave edilmiştir. Erlenmayerin ağzı pamuk ile sıkıca kapatılarak çalkalayıcıda (IKA labortechnics K5501 digital, Almanya) orta devirde (200 devir/dak) 24 saat boyunca çalkalanmıştır. Bu işlem sonucunda oluşan hegzan içeren yağ karışımı fazı, cam pamuğu kullanılarak bir behere süzülmüştür. Daha sonra karışımdaki çözgen uzaklaştırılarak ham yağ elde edilmiştir.

3.2.5.2. Ham yağın türevlendirilmesi

Elde edilen ham yağ örnekleri gaz kromatografisi (GC) aygıtına enjekte edilmeden önce esterleştirme işlemi uygulanmıştır. Bu işlem için 15 ml'lik ağzı kapaklı falkon tüpüne konan 0.5 g ham yağ üzerine 1ml 2N metanollü potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ve 7 ml hegzan ilave edilerek (4500devir/dakika) 30 dakika boyunca santrifüjlenmiştir (ThermoScientific SL16 R, Thermo Electron LED GmbH, Almanya). Yağ asidi metil esterlerini içeren üst fazdan alınan 1-2 ml örnek özel cam şişelere konularak gaz kromatografisi için enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. Otomatik örnekleme aparatı (HP7683) yardımı ile alınan 1 µl örnek GC aygıtına enjekte edilmiştir (Anon., 2000).

3.2.5.3. Yağ asidi kompozisyonunun tayini

Susam örneklerindeki yağ asidi kompozisyonunun tayini amacı ile Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında bulunan gaz kromatografisi aygıtı kullanılmıştır. Bu amaçla kullanılan GC çalışma koşulları aşağıda verilmektedir:

Aygıt: Agilent Technologies 6890N (Agilent, CA, ABD)

Kolon: Spelco 2380 (60 m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.20 µm film kalınlığı)

Enjeksiyon sıcaklığı: 220 °C

Enjeksiyon modu: 1/20 split

Taşıyıcı gaz: Helyum, 1.1 ml/dk

Fırın sıcaklık programı: 165°C (35dk) / 5°C/dk / 195 °C (6dk)/195 (15dk)

Dedektör sıcaklığı: 220 °C

Yağ asitlerinin tayininde standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Supelco™ 37 Component FAME mix, Supelco, Bellefonte, PA, ABD) kullanılmıştır. Analiz edilen örneklerin kromatogramlarındaki pikler, standarttaki yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak tayin edilmiştir. Sonuçlar % yağ asidi cinsinden hesaplanmıştır

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Susam Tohumlarındaki Uçucu Bileşenlerin SPME/GC/MS Analizleri İle İlgili Ön Denemelere Ait Bulgular

Bu bölümde piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerindeki uçucu bileşenlerin SPME yöntemi ile ekstraksiyonunda, uygun sıcaklığın seçilmesi ve uygun fiberin belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi ile saptanan uçucu bileşenlere ait bulgular verilmektedir.

Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerindeki uçucu bileşenlerin SPME yöntemi ile ekstraksiyonunda, uygun sıcaklığın belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen ön denemelerde PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/ Divinilbenzen) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiber ve farklı sıcaklıklar (30 °C, 50 °C ve 70 °C) uygulanmıştır. Söz konusu denemelere ait GC/MS kromatogramları Ek 1, Ek 2 ve Ek 3’de; belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerinin PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiber kullanılarak farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenleri, yüzde alanları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri

PİK NO	Kİ*	BİLEŞEN ADI	30 °C %Alan	50 °C %Alan	70 °C %Alan
1	807	siklotrisiloksan	4.85 ± 1.83	4.55 ± 2.87	3.21 ± 3.71
2	910	α-tujen	-	-	0.67±0.12
3	932	α-pinen	-	-	1.81±0.20
4	968	sabinen	6.45 ± 0.46	4.15 ± 0.24	3.13 ± 0.21
5	981	heptan	29.48 ± 1.86	17.56 ± 3.65	13.40 ± 0.48
6	994	β-pinen	-	-	2.49 ± 0.40
7	1017	Δ3-karen	15.03 ± 0.81	15.49 ± 0.08	12.95 ± 0.78
8	1036	dl-limonen	21.70 ± 0.46	18.55 ± 0.55	19.76 ± 0.23
9	1056	1,3,6-oktatrien	16.49 ± 0.33	28.67 ± 0.17	23.25± 0.37
11	1087	γ-terpinen	-	5.69 ± 0.10	6.67 ± 0.94
12	1136	1,7-oktadien-3on	-	1.34 ± 0.04	1.85 ± 0.26
13	1143	siklopentasiloksan	6.01 ± 1.38	2.96 ± 0.50	9.36±0.64
14	1493	1,3,6,10-dodekatetraen	-	1.06 ± 0.47	1.45 ± 0.72

*C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleridir

Çizelge 4.1'den 30 °C, 50 °C ve 70 °C'da gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi ile sırasıyla 7, 10 ve 13 adet uçucu bileşen saptandığı gözlenmektedir. Bu sıcaklıkların tamamında çıkan ortak bileşenler sabinen (odunumsu, terpen, turunçgil, çam, baharat), Δ^3 -karen (tatlı, narenciye, limon, reçine) dl-limonen (turunçgil, taze, tatlı, otumsu) ve 1,3,6-oktatrien (turunçgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğimsi, otumsu)'dir. 70 °C sıcaklıkta gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizinde, diğer sıcaklıklarda saptanamayan α -tujen (odunumsu, yeşil, otumsu), α -pinen (taze, tatlı, çamımsı, toprağımsı, odunumsu, terpentin), β -pinen (kuru, odunumsu, reçinemsi, çamımsı, otumsu, serin, muskat) bileşenleri saptanmıştır. Sonuç olarak susam tohumlarından daha fazla uçucu bileşenin ekstraksiyonu sağlandığı için çalışmalara 70 °C sıcaklıkta devam edilmeye karar verilmiştir.

Susam tohumlarındaki uçucu bileşenlerin ekstraksiyonunda en uygun fiberin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen ön denemelerde PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen)'in yanısıra DVB/CAR/PDMS (Divinilbenzen/ Karboksen/Polidimetilsiloksan) faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberinin etkinliği de araştırılmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen denemelerde örnekler blok ısıtıcıda 70 °C'da 40 dakika olmak üzere ayrı ayrı bekletilmişlerdir. Söz konusu denemelere ait SPME/GC/MS kromatogramları Ek 4 ve Ek 5'de; belirlenen uçucu bileşenleri, yüzde alanları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri çizelge 4.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerinin PDMS/DVB ve DVB/CAR/PDMS faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberleri kullanılarak gerçekleştirilen SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenleri, yüzde alanları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri

PİK NO	KI*	BİLEŞEN ADI	% Alan $\pm$ standart sapma	
			PDMS/DVB	DVB/CAR/PDMS
1	807	siklotrisiloksan	3.21 $\pm$ 3.71	1.29 $\pm$ 0.13
2	899	1-hegzanol	-	3.76 $\pm$ 0.49
3	910	α -thuien	0.67 $\pm$ 0.12	1.42 $\pm$ 0.03
4	932	α -pinen	1.81 $\pm$ 0.20	3.09 $\pm$ 0.52
5	968	sabinen	3.13 $\pm$ 0.21	3.56 $\pm$ 0.05
6	981	heptan	13.40 $\pm$ 0.48	19.98 $\pm$ 2.86
7	994	β -pinen	2.49 $\pm$ 0.32	-
8	1017	Δ^3 -karen	12.95 $\pm$ 0.78	13.80 $\pm$ 0.37
9	1036	dl-limonen	19.76 $\pm$ 0.23	23.65 $\pm$ 0.54
10	1056	1.3.6-oktatrien	23.25 $\pm$ 0.37	19.48 $\pm$ 1.05
11	1087	γ -terpinen	6.67 $\pm$ 0.94	4.97 $\pm$ 0.35
12	1128	α -terpinolen	-	0.48 $\pm$ 0.25
13	1136	1.7-oktadien-3-on	1.85 $\pm$ 0.26	1.27 $\pm$ 0.03
14	1143	siklopentasiloksan	9.39 $\pm$ 0.64	-
15	1188	alloosimen	-	2.01 $\pm$ 0.03
16	1493	1.3.6.10-dodekatetraen	1.45 $\pm$ 0.72	1.24 $\pm$ 0.16

*C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleridir.

Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi PDMS/DVB faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberi kullanılarak gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizinde 13 adet uçucu bileşen saptanırken, DVB/CAR/PDMS faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberi kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonucunda 14 adet bileşen tanımlanmıştır. Bu sıcaklıkların tamamında belirlenen ortak bileşenler, α -thujen (odunumsu, yeşil, otumsu), α -pinen (taze, tatlı, çamımsı, toprağımsı, odunumsu, terpentin), sabinen (odunumsu, terpen, turunçgil, çam, baharat), heptan, Δ^3 -karen (tatlı, narenciye, limon, reçine), dl-limonen (turunçgil, taze, tatlı, otumsu), 1,3,6-oktatrien (turunçgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğımsi, otumsu), γ -terpinen, 1,7-oktadien-3-on (turunçgil, tropik, yeşil, odunumsu) ve 1,3,6,10-dodekatetraen'dir. DVB/CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizinde PDMS/DVB fiberle saptanmayan 1-hegzanol (yeşil, meyvemsi, acı, yağlı), α -terpinolen (taze, odunumsu, tatlı, çam, narenciye) ve alloosimen (çiçeğımsi, fındığımsı) bileşenleri saptanmıştır. Sonuç olarak susamdan daha fazla uçucu bileşenin ekstraksiyonu sağlandığı için çalışmalara DVB/CAR/PDMS faz kaplanmış ergimiş silika SPME fiberi kullanılarak devam edilmeye karar verilmiştir.

4.2. Çiğ Susam Tohumlarının Lezzet Bileşenlerinin Saptanması İle İlgili Bulgular

Bu bölümde çalışmada kullanılan çiğ susam tohumu örneklerindeki uçucu bileşenlerin belirlenmesi amacı ile uygulanan SPME/GC/MS analizine ait bulgular ve söz konusu örneklerde lezzet profili analizi (LPA) tekniği kullanılarak gerçekleştirilen duyuşal değerdendirmeler sonucunda elde edilen bulgular verilmektedir.

4.2.1. Çiğ susam tohumlarının uçucu bileşenlerinin saptanması ile ilgili bulgular

Çalışmada materyal olarak kullanılan Türkiye'de ıslah edilmiş 13 adet tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin SPME/GC/MS analizine ait kromatogramları Ek 6- Ek 18; belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri Çizelge 4.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.3; Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri

PIK NO	KI*	BİLEŞEN ADI	KEPSUT 99	TANAS	TAN 99	SARISU	ARSLANBEY	HATİPOĞLU	ORHANGAZI 99	CUMHURİYET 99	MUGANLI 57	OSMANLI 99	BOYDAK	ÖZBERK 82	BIRKAN	DUYUSAL KARŞILIKLARI** TERİM
1	515	dimetil sülfür	-	-	-	-	1.31±0.96	5.02±2.67	-	-	-	-	-	-	-	kükürtümsü, tatlı, mısır, sebze benzeri, lahana, domates, yeşil
2	613	hegzanal	iz	iz	13.94±1.35	4.51±0.81	iz	iz	18.83±10.01	37.87±7.71	iz	iz	iz	iz	iz	yeşil, odunumsu, sebze benzeri, yağlı, aldehit, otumsu, tatlımsı, meyvemsi,
3	807	siklotrisiloksan	-	-	12.01±0.19	-	4.91±3.98	-	8.85±1.56	-	-	21.16±7.64	19.02±2.06	2.92±0.27	26.52±2.07	
4	899	1-hegzanol	23.04±3.25	20.76±7.49	23.30±0.59	12.29±0.92	33.57±1.97	38.76±4.49	iz	19.05±1.05	48.20±12.11	iz	22.05±0.36	12.76±2.01	25.40±1.48	yeşil, meyvemsi, keskin, yağlı, eterik
5	932	α—pinen	-	3.42±0.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	taze, tatlı, çamımsı, toprağımsı
6	958	2-heptanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.52±0.42	-	-	yağlı, yeşil, .keskin, meyvemsi
7	990	siklotetrasiloksan	8.91±0.69	7.06±2.01	5.35±0.44	4.02±0.22	8.07±1.84	5.30±1.61	48.95±8.14	6.39±2.74	4.86±2.84	27.68±8.03	9.52±3.23	5.86±0.51	5.52±0.33	
8	1001	2-pentil furan	13.04±1.51	4.62±0.37	3.76±0.23	5.19±0.53	12.88±1.48	5.97±0.59	iz	2.06±0.64	15.32±4.29	iz	0.78±0.14	4.34±0.05	4.20±0.14	meyvemsi, yeşil, toprağımsı, metalik
9	1010	n-oktanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.91±0.60	-	-	mumsu, aldehidik, yağlı, yeşil , turunçgil
10	1036	dl-limonen	7.09±1.10	10.28±1.96	13.42±0.17	5.14±0.34	iz	iz	5.65±0.65	12.18±1.62	13.47±3.56	iz	iz	9.74±0.46	8.82±1.70	turunçgil, portakal, taze, tatlı

Çizelge 4.3: Devamı

PIK NO	Kİ*	BİLEŞEN ADI	KEPSUT 99	TANAS	TAN 99	SARISU	ARSLANBEY	HATİPOĞLU	ORHANGAZİ 99	CUMHURİYET 99	MUGANLI 57	OSMANLI 99	BOYDAK	ÖZBERK 82	BIRKAN	DUYUSAL KARŞILIKLARI**	TERİM
11	1056	1,3,6-oktatrien	3.76±0.70	6.04±1.13	4.27±0.08	3.89±0.26	15.40±0.29	19.06±0.37	3.80±0.52	7.96±2.46	4.64±0.28	8.08±2.54	7.14±0.47	İz	İz	turunçgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğimsi, otumsu	
12	1105	1-andekan	-	-	-	-	-	-	-	-	2.79±0.76	-	9.97±1.39	-	-		
13	1124	nonanal	İz	İz	6.19±0.55	İz	12.18±3.04	11.14±0.12	3.16±0.57	5.48±1.99	İz	İz	15.64±0.85	2.34±0.52	5.68±0.65	çamımsı, çiçeğimsi, turunçgil, yeşil	
14	1143	siklopentasil oksan	3.40±2.34	3.67±0.46	3.13±0.15	2.21±0.30	4.29±1	6.84±1.65	3.56±0.63	3.89±2.09	3.04±0.41	11.89±0.56	1.69±0.34	6.41±0.10	7.23±0.15		
15	1201	dodekan	-	-	-	-	-	-	-	-	4.28±0.94	-	-	3.08±0.41	-	alkan	
16	1222	azulen	35.04±2.30	35.31±5.08	7.36±0.34	60.53±0.36	0	0	0	0	0	0	0	14.99±1.34	0		
17	1312	siklohegzasil oksan	0.74±0.18	1.43±0.17	0.94±0.14	0.79±0.10	1.43±0.47	1.80±0.43	1.95±0.25	1.69±1.31	1.63±1.26	9.88±0.98	3.04±1.11	3.27±0.26	4.35±0.19		
18	1400	bütanoik asit	İz	4.44±1.26	2.17±0.51	1.44±0.72	2.72±0.55	İz	İz	iz	İz	İz	İz	1.14±0.11	3.07±0.26	keskin, sirke, peynirimsi, tereyağ, meyvemsi	

Çizelge 4.3: Devamı

PIK NO	Kİ*	BİLEŞEN ADI	KEPSUT 99	TANAS	TAN 99	SARISU	ARSLANBEY	HATİPOĞLU	ORHANGAZİ 99	CUMHURİYET 99	MUGANLI 57	OSMANLI 99	BOYDAK	ÖZBERK 82	BIRKAN	DUYUSAL KARŞILIKLARI**	TERİM
19	1442	trans- α -bergamoten	1.80 $\pm$ 0.19	İz	2.54 $\pm$ 0.65	İz	2.39 $\pm$ 0.39	4.14 $\pm$ 0.58	2.32 $\pm$ 0.87	2.07 $\pm$ 0.77	1.78 $\pm$ 0.35	7.96 $\pm$ 2.99	0.72 $\pm$ 0.20	2.00 $\pm$ 0.32	2.32 $\pm$ 0.06	odunumsu, sıcak, çay	
20	1479	sikloheptasil oksan	-	1.16 $\pm$ 1.27	-	-	0.87 $\pm$ 0.62	-	2.95 $\pm$ 1.40	-	-	6.38 $\pm$ 1.87	-	2.09 $\pm$ 0.13	2.90 $\pm$ 0.21		
21	1638	dekametilsiklopentasiloksan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.97 $\pm$ 7.55	-	-	2.03 $\pm$ 0.47		
22	2169	dekanedioik asit	3.18 $\pm$ 0.79	1.91 $\pm$ 0.80	1.61 $\pm$ 0.42	İz	İz	1.98 $\pm$ 0.74	İz	1.35 $\pm$ 0.45	İz	İz	İz	İz	1.95 $\pm$ 0.42		

*C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleridir

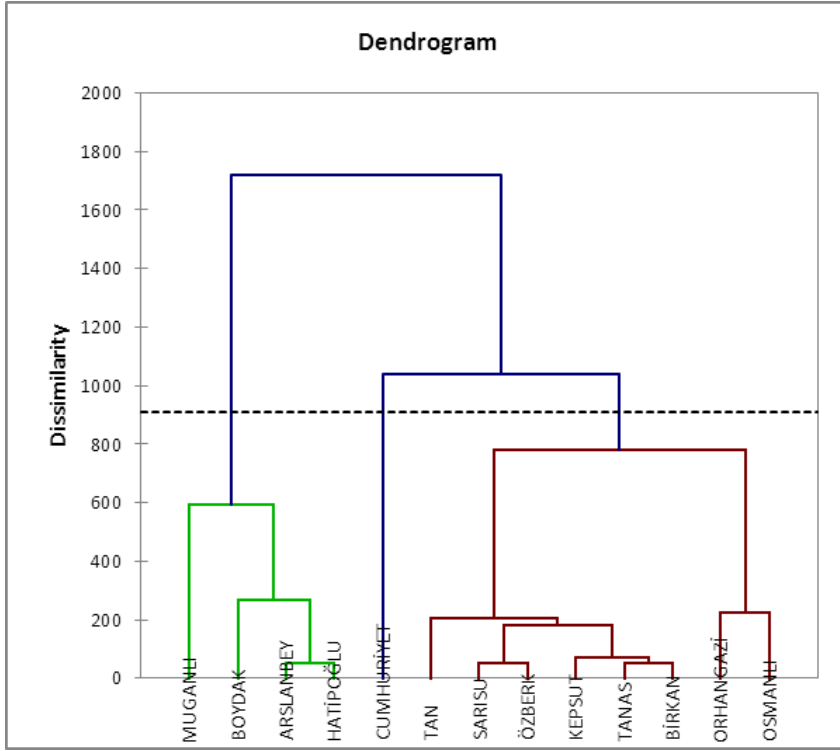
**Leffingwell and Alford, 2005; Pavlovic et al., 2007; Aida et al., 2008; Jerkovic et al., 2011; Jerkowic et al., 2012; Rodrigues et al., 2012; Chemical Book, 2015; ChemSpider, 2015; Leffingwell et al., 2015; National Institute of Standards and Technology, 2015; The Good Scents Company, 2015

Çizelge 4.3'den görüldüğü gibi tescilli çeşitler içerisinde Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Arslanbey, Hatipoğlu, Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Özberk 82, Birkan çeşitlerinde sırasıyla 13, 15, 14, 13, 15, 13, 14, 12, 14, 15, 16, 16, 15 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Tescilli çiğ çeşitlerin tümünde çıkan ortak bileşenler hegzanal, 1-hegzanol, 2-pentil furan, dl-limonen, 1,3,6-oktatrien, nonanal, bütanoik asit, trans- α -bergamoten, dekanedioik asit olarak belirlenmiştir.

Söz konusu ortak bileşenlerin Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Arslanbey, Hatipoğlu, Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Özberk 82, Birkan çeşitlerinde saptanan toplam yüzde alanları sırasıyla % 51.91, % 48.05, % 71.2, % 32.46, % 75.82, % 81.05, % 33.76, % 88.02, % 83.41, % 16.04, % 46.33, % 31.18, % 48.37'dir. Bu bileşenlerin dışında dimetil sülfürün sadece Arslanbey ve Hatipoğlu; α -pinen'in, Tanas; 2-heptenal ve n-oktanal'in, Boydak; 1-andekan'in, Muganlı 57 ve Boydak; dodekan'ın Muganlı 57 ve Özberk 82; azulen'in ise Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu ve Özberk 82 çeşitlerinde bulunduğu belirlenmiştir.

Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde belirlenen söz konusu ortak bileşenlerin yüzde alanlarının istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda tüm ortak bileşenler açısından çeşitler arasında önemli düzeyde fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre hegzanal'ın, Cumhuriyet 99; 1-hegzanol ve 2-pentil furan'ın Muganlı 57; dl-limonen'in, Tan 99 ve Muganlı 57; 1,3,6-oktatrien'in, Hatipoğlu; nonanal'in, Boydak; bütanoik asit'in Tanas; trans- α -bergamoten'in Osmanlı 99; dekanedioik asit'in ise Kepsut 99 çeşitlerinde en fazla miktarda bulunduğu saptanmıştır ($p < 0.05$) (Ek 19)

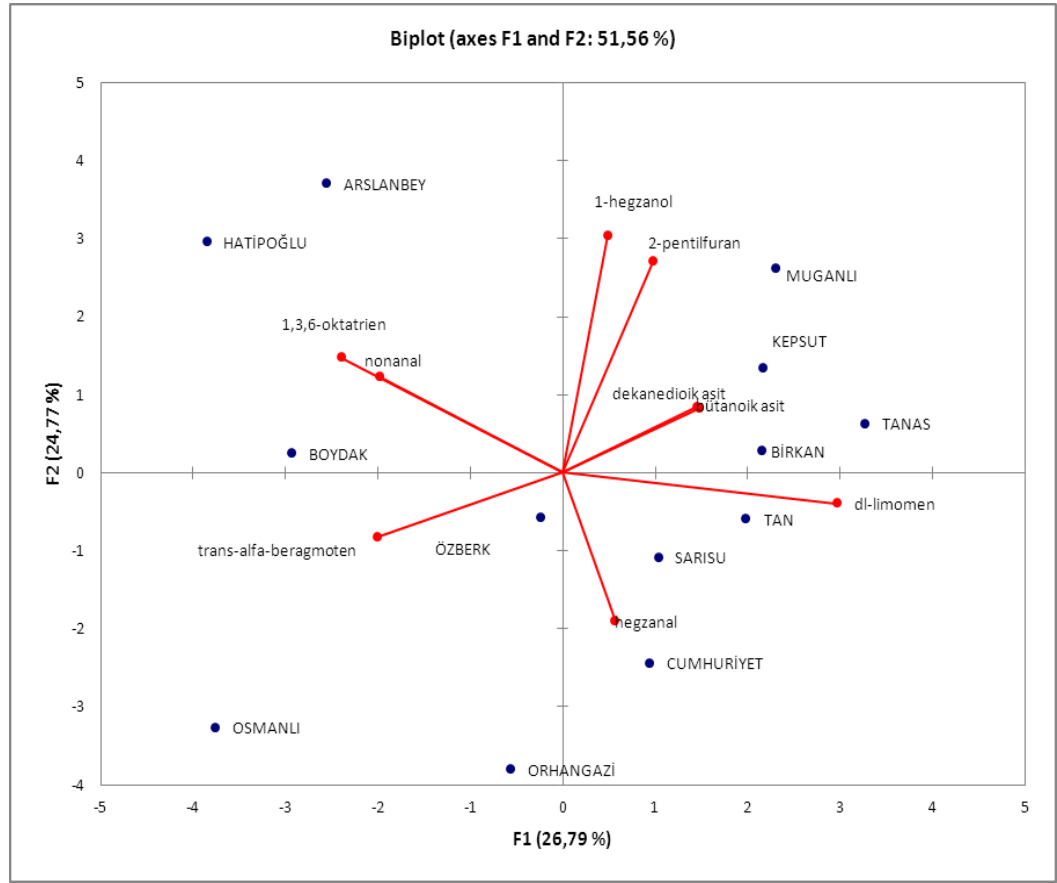
Tescilli çiğ çeşitler arasındaki ilişkiyi göstermek amacı ile örneklerde saptanan ortak bileşenler kullanılarak Cluster (kümeleme) analizi ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda 2 ana grup olduğu saptanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak uçucu bileşenlerine göre gruplandırılması

Şekil 4.1’den görüldüğü gibi Hatipoğlu, Arslanbey, Boydak, Muganlı 57 çeşitleri bir grup oluştururken, diğer grupta Osmanlı 99, Orhangazi 99, Birkan, Tanas, Kepsut 99, Özberk 82, Sarısu ve Tan 99 çeşitlerinin bulunduğu ve bu grubun yakınında ise çok benzer olmamakla birlikte Cumhuriyet 99 çeşidinin yer aldığı gözlenmektedir.

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması için örneklere uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonu sırasıyla % 26.79, % 24.77, % 12.88, % 12.45, % 10.09, % 6.09, % 3.98, % 2.23, % 0.72 oranında oluşturan F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9 olmak üzere 9 temel bileşen elde edilmiştir.



Şekil 4.2. Tescilli çığ susam tohumu çeşitlerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı

F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramda görüldüğü gibi Hatipoğlu ve Boydak çeşitlerini diğer çeşitlerden ayıran en önemli uçucu bileşenlerin 1,3,6-oktatrien, nonanal ve trans- α -bergamoten olduğu ve bu uçucu bileşenlerin Arslanbey ve Muganlı 57 çeşitleri içinde önemli olduğu gözlenmektedir. Cumhuriyet 99 çeşidinde ayırt edici uçucu bileşenin hegzanal olduğu saptanmıştır. Tan 99, Sarısu, Özberk 82, Kepsut 99, Tanas ve Birkan çeşitlerini diğer çeşitlerden ayıran uçucu bileşenlerin bütanoik asit, dl-limonen ve dekanedioik asit olduğu ve bu uçucu bileşenlerin Orhangazi 99 ve Osmanlı 99 çeşitleri için de önemli olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.2).

Çalışmada materyal olarak kullanılan Türkiye'nin farklı yörelerinden (Antalya, Adana, Fethiye, Uşak) temin edilen çığ susam tohumu örneklerinin SPME/GC/MS analizine ait kromatogramları Ek 20-Ek 23 belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyusal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri çizelge 4.4'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri

PİK NO	Kİ*	BİLEŞEN ADI	% Alan ± Standart sapma				DUYUSAL TERİM KARŞILIKLARI**
			ANTALYA	ADANA	FETHİYE	UŞAK	
1	613	hegzanal	20.05±2.86	23.06±3.89	20.93±5.26	26.94±1.62	yeşil, odunumsu, sebze benzeri, yağlı, aldehit otumsu, tatlımsı, meyvemsi,
2	807	siklotrisiloksan	21.00±2.19	13.58±5.41	11.15±0.93	11.92±2.53	
3	899	1-hegzanol	9.45±1.47	16.05±2.28	16.87±2.25	13.89±2.62	yeşil, meyvemsi, keskin, yağlı
4	990	siklotetrasiloksan	13.86±1.32	14.85±0.78	4.45±0.52	4.70±0.85	
5	1001	2-pentil furan	İz	İz	2.00±0.16	1.68±0.38	meyvemsi, yeşil, toprağımsı, metalik
6	1036	dl-limonen	İz	İz	İz	2.48±1.11	turunçgil, portakal, taze, tatlı
7	1056	1,3,6-oktatrien	14.62±0.86	9.09±1.23	23.34±3.68	15.09±4.05	turunçgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğımsi, otumsu
8	1124	nonanal	5.83±0.97	7.83±1.47	6.58±1.04	6.94±1.60	çamımsı, çiçeğımsi, narenciye, yeşil
9	1143	siklopentasiloksan	6.62±0.04	6.64±0.59	5.90±0.87	7.92±0.44	
10	1312	siklohegzasiloksan	2.14±0.51	1.71±0.13	1.66±0.24	1.51±0.24	
11	1442	trans- α -bergamoten	2.47±0.23	3.50±0.71	2.92±0.17	3.08±0.41	odunumsu, sıcak, çay
12	1479	sikloheptasiloksan	1.04±0.17	1.01±0.13	0.97±0.06	-	
13	2169	dekanedioik asit	2.92±0.78	2.68±0.38	3.23±0.48	3.84±1.35	

*C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleridir

**Leffingwell and Alford, 2005; Pavlovic et al., 2007; Aida et al., 2008; Jerkovic et al., 2011; Jerkowic et al., 2012; Rodrigues et al., 2012; Chemical Book, 2015; ChemSpider, 2015; Leffingwell et al., 2015; National Institute of Standards and Technology, 2015; The Good Scents Company, 2015

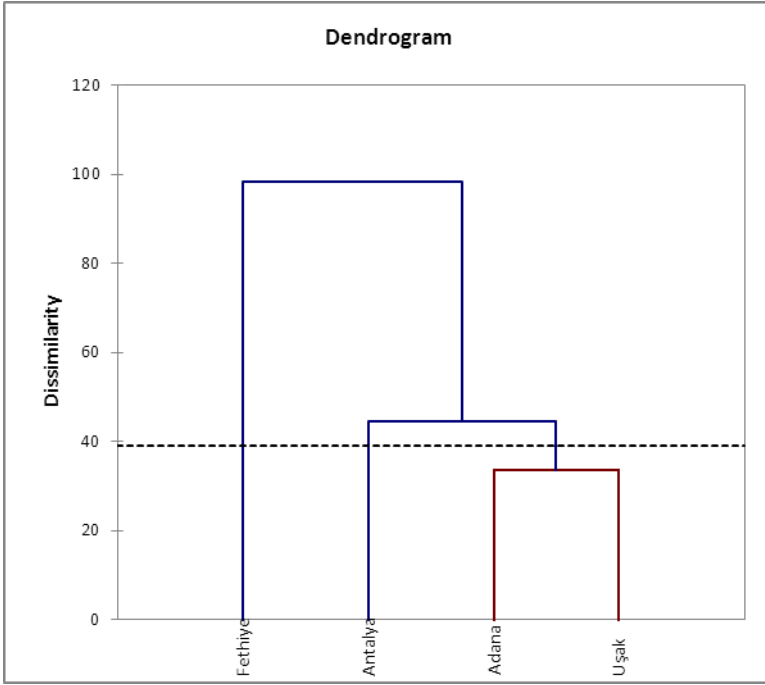
Çizelge 4.4'den görüldüğü gibi yöresel çiğ çeşitler içerisinde, Antalya, Adana, Fethiye, Uşak yöresine ait çiğ susam tohumu örneklerinde sırasıyla 13, 13, 13, 12 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Yöresel çeşitlerin tamamında çıkan ortak bileşenler hegzanal, 1-hegzanol, 2-pentil furan, dl-limonen, 1,3,6-oktatrien, nonanal, trans α -bergamoten, diğer adı “sebasik asit” olan dekanedioik asit olduğu görülmektedir.

Söz konusu ortak bileşenlerin Antalya, Adana, Fethiye, Uşak yöresine ait susam tohumu çeşitlerinde saptanan toplam yüzde alanları sırasıyla % 53.34, % 62.21, % 75.87, % 73.94 olarak belirlenmiştir.

Yöresel çiğ susam tohumlarında belirlenen söz konusu ortak bileşenlerin yüzde alanlarının istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda hegzanal, nonanal, dekanedioik asit bileşenleri açısından yöreler arasında önemli düzeyde farklılık saptanmazken, diğer tüm ortak bileşenler açısından farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).

Yöresel çiğ susam tohumu örneklerinde gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre Adana yöresine ait susam örnekleri trans- α -bergamoten; Uşak yöresine ait susam tohumları 2-pentil furan ve dl-limonen; Fethiye yöresine ait susam örnekleri 1,3,6-oktatrien ve 2-pentil furan açısından en zengin çeşitleri oluşturmaktadır. 1-hegzanol ve trans- α -bergamoten'in Antalya yöresine ait çeşitlerde; 1,3,6-oktatrien'in ise Adana yöresine ait çeşitlerde en az miktarda saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 24).

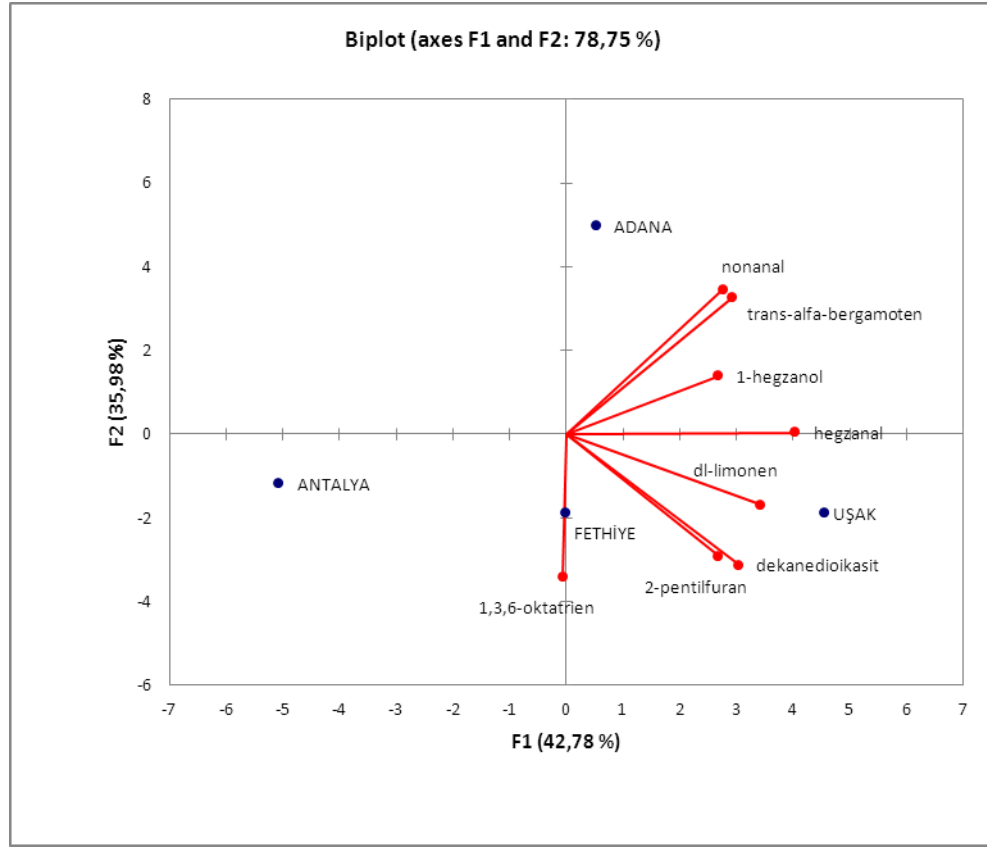
Yöresel susam çeşitleri arasındaki ilişkiyi göstermek amacı ile örneklerde saptanan ortak bileşenler kullanılarak Cluster (kümeleme) analizi ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda 2 ana grup olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak uçucu bileşenlerine göre gruplandırılması

Fethiye yöresine ait örnekler bir grup oluştururken, diğer grupta Adana ve Uşak yöresine ait örneklerin bulunduğu ve bu grubun yakınında çok benzer olmamakla birlikte Antalya yöresine ait örneklerin bulunduğu görülmektedir.

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması için örneklerle uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun % 42.78'ini oluşturan F1, % 35.98 'ini oluşturan F2 ve % 21.25'ini oluşturan F3 olmak üzere 3 temel bileşen elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı

F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagrama göre ayırt edici uçucu bileşenlerin, Fethiye yöresine ait örnekler için 1,3,6-oktatrien, 2-pentilfuran ve dekanedioik asit; Adana ve Uşak yöresine ait susamlarda ise nonanal, trans- α -bergamoten, 1-hegzanol, hegzanal ve dl-limonen olduğu belirlenmiştir. Antalya yöresine ait örneklerde ise ayırt edici uçucu bileşen saptanmamıştır (Şekil 4.4).

4.2.2. Çiğ susam tohumlarının lezzet profili analizi (LPA)'ne ait bulgular

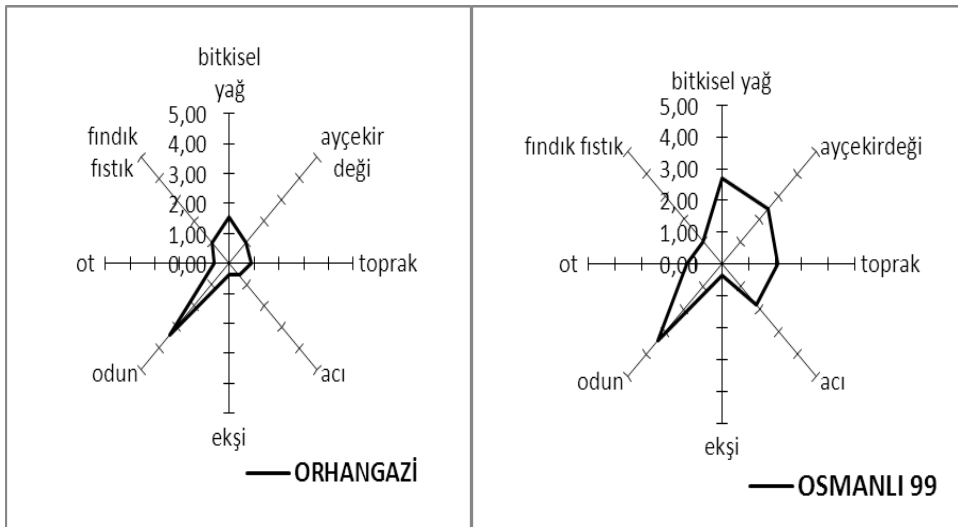
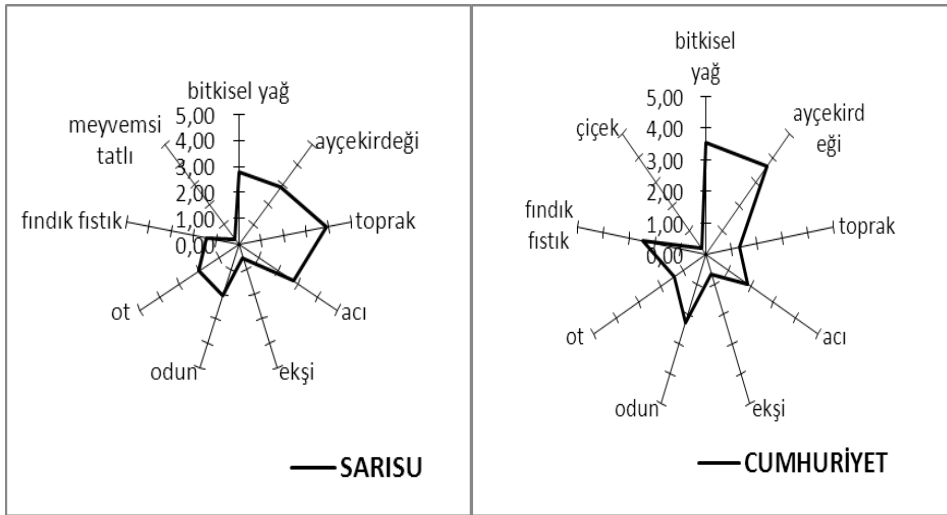
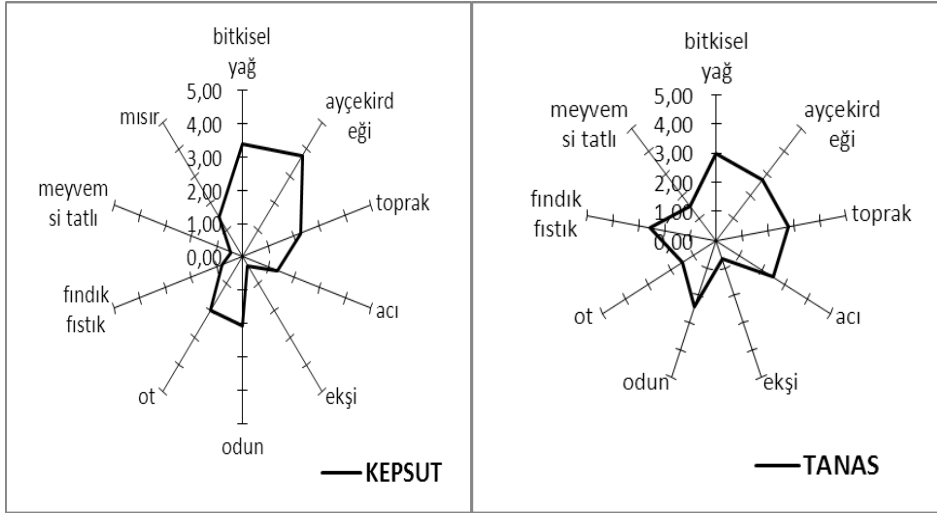
Türkiye'de ıslah edilmiş çiğ tescilli susam tohumu çeşitlerinin LPA tekniği ile gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmeleri sonucunda belirlenen lezzet karakterleri ve yoğunluk (şiddet) puanları çizelge 4.5'de ve lezzet profili analizi diyagramları şekil 4.5'de gösterilmektedir. Söz konusu çizelge ve şekil'den görüldüğü gibi tescilli çiğ çeşitlerde ortak olarak bitkisel yağ, ayçekirdeği, toprak, acı, ekşi, odun, ot ve fındık-fıstık karakterleri algılanmıştır. Bunların dışında 5

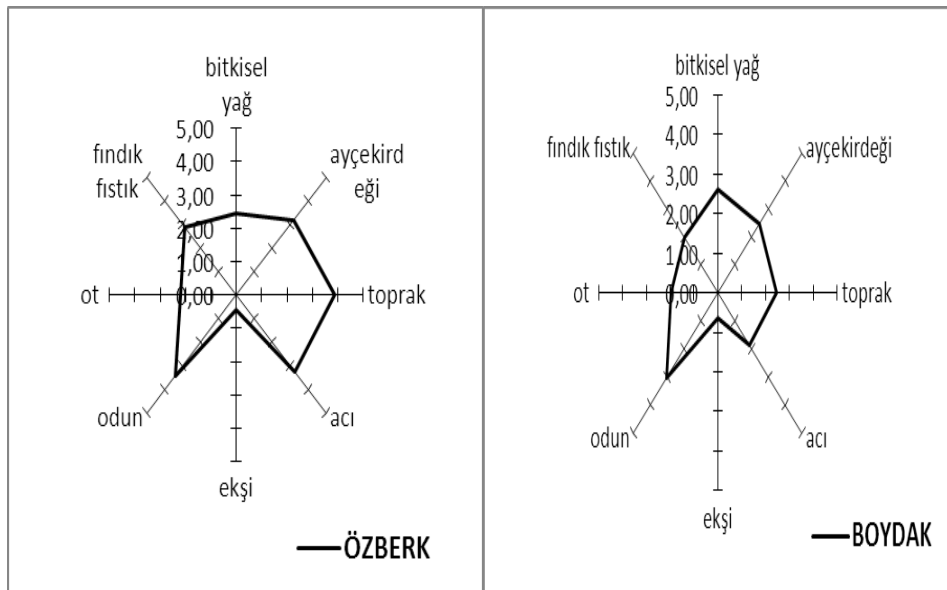
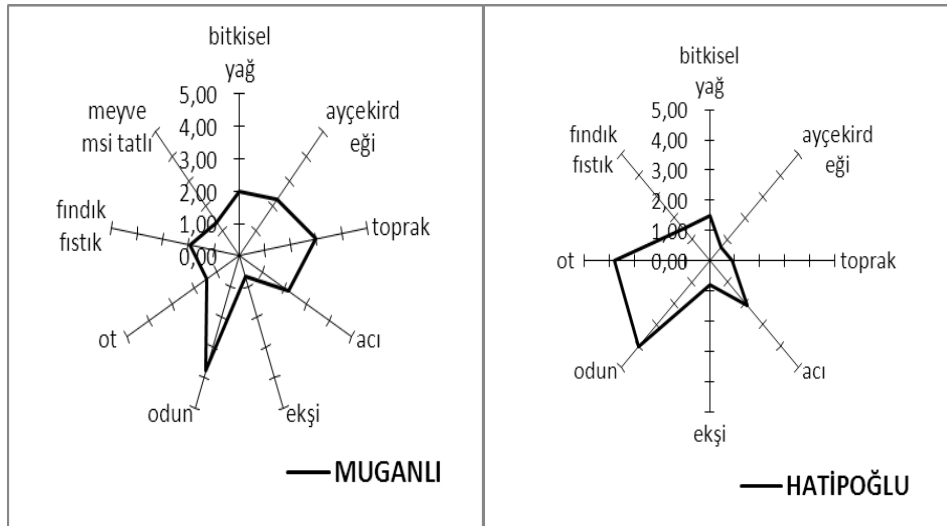
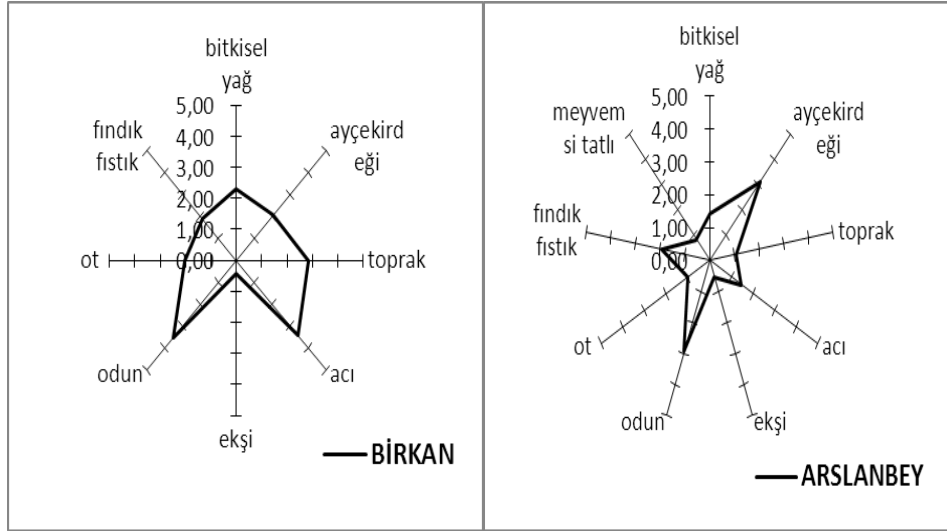
adet tescilli susam tohumu çeşidinde (Kepsut 99, Tanas, Sarısu, Muganlı 57, Arslanbey) meyvemsi-tatlı karakteri; 2 adet çeşitte (Tan 99 ve Cumhuriyet 99) çiçek karakteri ve 1 adet çeşitte (Kepsut 99) mısır lezzeti saptanmıştır. Tescilli çiğ çeşitlerde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri Kepsut 99, Cumhuriyet 99 ve Arslanbey çeşidinde ayçekirdeği, Tanas çeşidinde bitkisel yağ, Tan 99, Sarısu ve Özberk 82 çeşidinde toprak, Orhangazi 99, Osmanlı 99, Birkan, Muganlı 57, Boydak ve Hatipoğlu çeşitlerinde ise odun karakteri olmuştur.

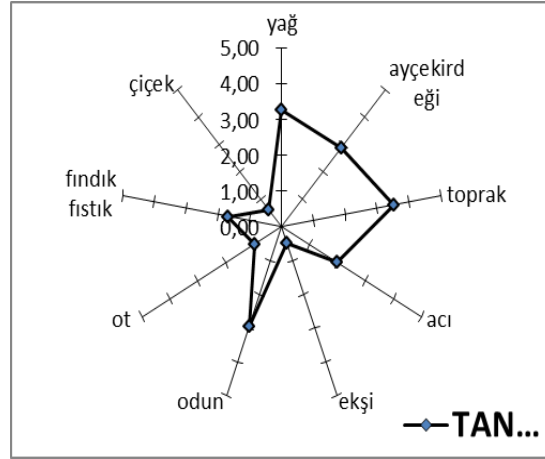
Susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde bitkisel yağ, ayçekirdeği, toprak, acı, ekşi, odun, ot ve fındık-fıstık, meyvemsi-tatlı ve çiçek karakterleri açısından çeşitler arasında istatistiksel açıdan önemli fark olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Söz konusu lezzet karakterlerindeki farklılık düzeyinin belirlenmesi amacıyla uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre; bitkisel yağ Cumhuriyet 99 çeşidinde; ayçekirdeği Kepsut 99 çeşidinde; toprak Özberk 82 ve Sarısu ve Tan 99 çeşidinde; fındık-fıstık Özberk 82 çeşidinde; acı Birkan çeşidinde; ekşi, odun ve ot karakterleri Hatipoğlu çeşidinde en yoğun olarak algılanmıştır. Tüm çeşitlerde ortak olarak saptanan bu lezzet karakterleri dışında meyvemsi-tatlı karakterinin Tanas çeşidinde ön plana çıktığı gözlenmiştir. Çiçek karakteri ise Tan 99 susam çeşidinde Cumhuriyet 99 çeşidine göre daha yoğun olarak algılanmıştır ($p < 0.05$) (Ek 25).

Çizelge 4.5. Türkiye’de ıslah edilmiş tescilli çığ susam tohumu çeşitlerinde saptanan lezzet karakterleri ve yoğunluk puanları

[illegible]



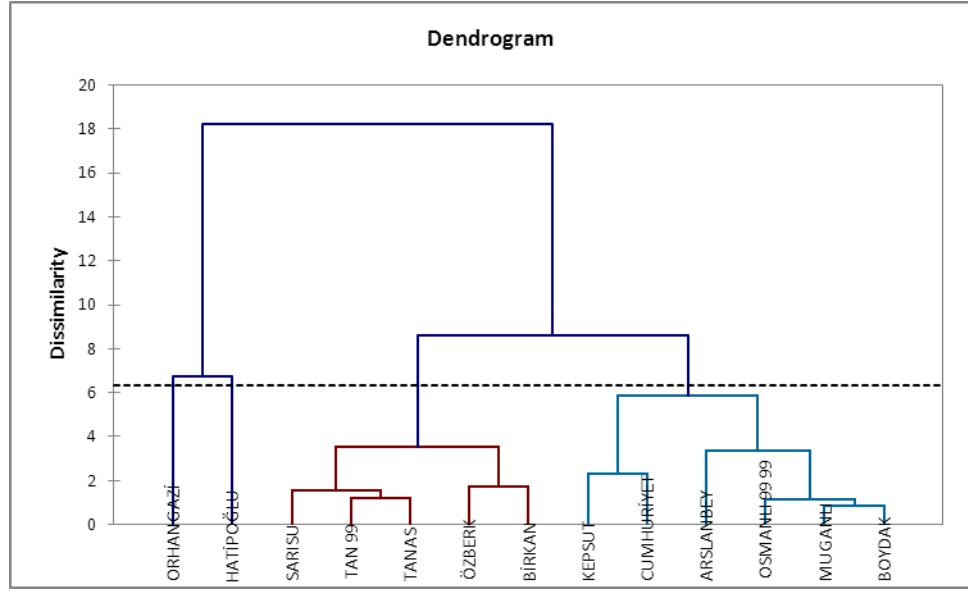




Şekil 4.5. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerine ait lezzet profili analizi diyagramları

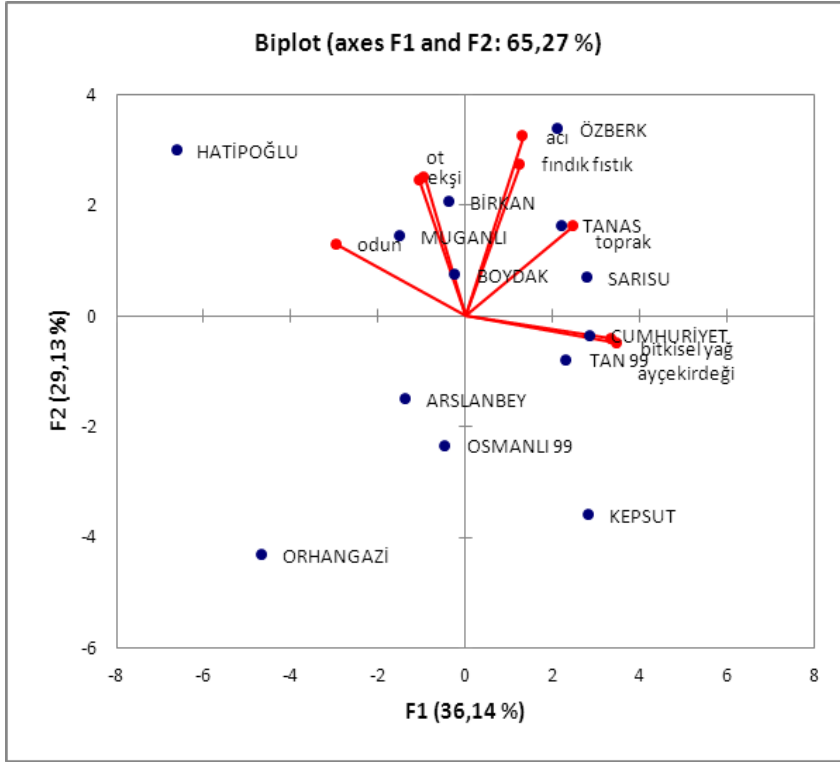
Lezzet Profili Analizi sonucunda tüm tescilli çiğ susam örneklerinde tat sonrası izlenimler değerlendirildiğinde, çeşitlerin tamamında hafif toprak, hafif acı, yağ, hafif buruk karakterleri algılanırken, bu karakterlere ek olarak Tan 99 örneğinde hafif ekşi, hafif ilacımsı, Orhangazi 99'de metalik, Osmanlı 99'da yavan, hafif ekşi, ilacımsı, Özberk 82'de ilacımsı, Hatipoğlu'nda ağır yağ karakterleri algılanmıştır.

Tescilli çiğ susam tohumu çeşitleri arasındaki ilişkileri göstermek amacıyla örneklerde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları kullanılarak Cluster (kümeleme) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluştuğu saptanmıştır. Şekil 4.6'dan görüldüğü gibi Kepsut 99, Cumhuriyet 99, Arslanbey, Osmanlı 99, Muganlı 57, Boydak çeşitlerinin bir grup oluşturduğu ve bu grubun yakınında Sarısu, Tan 99, Tanas, Özberk 82, Birkan çeşitlerinin yer aldığı, diğer grupta ise birbirlerine çok benzer olmamakla birlikte Orhangazi 99 ve Hatipoğlu çeşitlerinin bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Tescilli çığ susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin belirlenmesi için örneklere PCA analizi uygulanmış ve sonuçta toplam varyasyonun % 36.14, % 29.13, % 13.58, % 10.67, % 4.49, % 3.06, % 2.02, % 0.91, olmak üzere sırası ile F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 olmak üzere 8 temel bileşen oluşmuştur. F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramda görüldüğü gibi Tan 99, Tanas, Sarısu çeşitlerini diğer çeşitlerden ayıran karakterlerin bitkisel yağ, ayçekirdeği ve toprak olduğu ve bu karakterlerin Özberk 82 ve Bırcan çeşitleri için de önemli olduğu gözlenmektedir. Osmanlı 99, Muganlı 57, Kepsut 99, Arslanbey ve Boydak çeşitleri için ayırt edici karakterlerin acı, ekşi, fındık-fıstık ve ot olduğu ve bu karakterlerin Cumhuriyet 99 çeşidi için de önemli olduğu görülmektedir. Hatipoğlu çeşidinde ise ayırt edici lezzet karakterinin odun olduğu ancak Orhangazi 99 çeşidinde ayırt edici lezzet karakterinin bulunmadığı saptanmıştır (şekil 4.7).

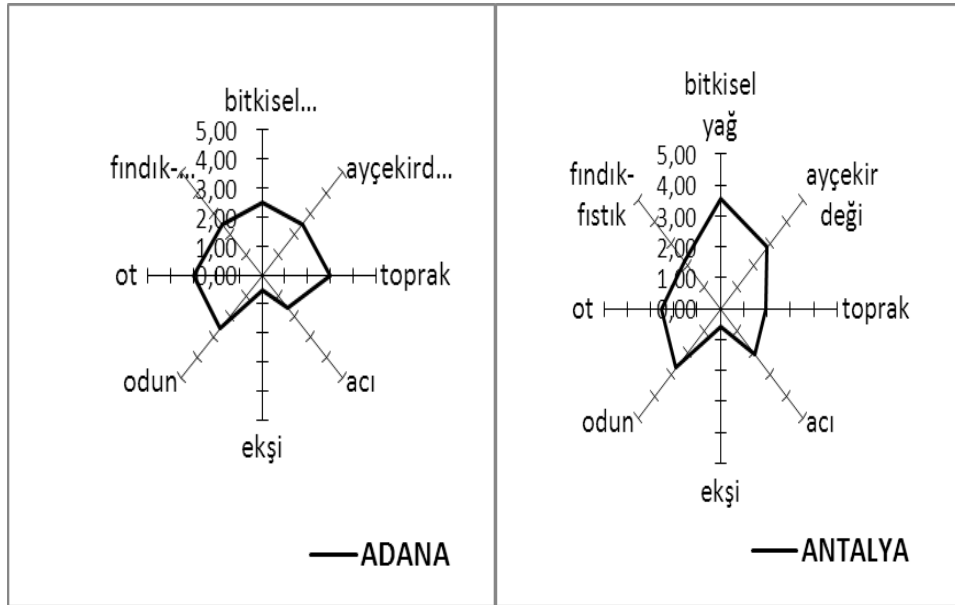


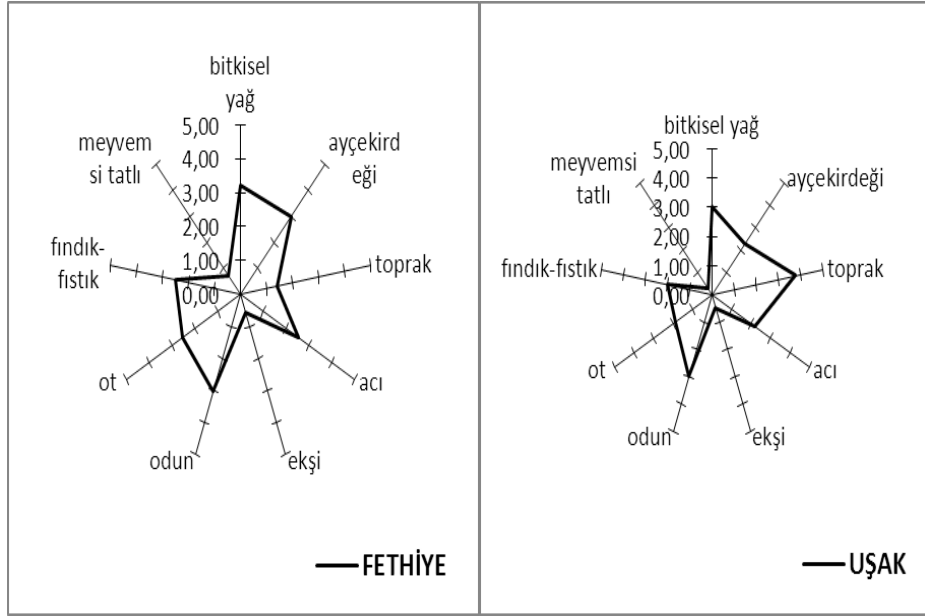
Şekil 4.7. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı

Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin LPA tekniği ile gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmeleri sonucunda belirlenen lezzet karakterleri ve yoğunluk (şiddet) puanları çizelge 4.6'da ve lezzet profili analizi diyagramları şekil 4.8'de gösterilmektedir. Söz konusu çizelge ve şekil'den görüldüğü gibi Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinde ortak olarak bitkisel yağ, ayçekirdeği, toprak, acı, ekşi, odun, ot ve fındık-fıstık karakterleri algılanmıştır. Ayrıca Fethiye ve Uşak yöresine ait örneklerde meyvemsi-tatlı karakteri algılanmıştır. Çiğ yöresel çeşitlerde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri Adana yöresinde ot ve toprak, Antalya ve Fethiye yöresinde bitkisel yağ, Uşak yöresine ait susam tohumlarında ise toprak karakteri olmuştur.

Çizelge 4.6. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinde saptanan lezzet karakterleri ve yoğunluk puanları

LEZZET KARAKTERİ	YOĞUNLUK PUANI (0-5 cm skala)			
	ADANA	ANTALYA	FETHİYE	UŞAK
bitkiselyağ	2.5 ±0.00	3.54±0.05	3.22±0.12	3.04±0.05
ayçekirdeği	2.5 ±0.06	2.84±0.08	2.98±0.04	2.28±0.04
toprak	3.0 ±0.00	1.96±0.08	1.42±0.12	3.78±0.04
acı	1.58±0.07	2.06±0.08	2.54±0.08	2.22±0.12
ekşi	0.54±0.08	0.58±0.07	0.56±0.08	0.48±0.04
odun	2.58±0.10	2.7 ±0.09	3.02±0.04	3.00±0.06
ot	3.00±0.00	2.54±0.05	2.56±0.08	1.88±0.10
fındık-fıstık	2.48±0.04	2.18±0.12	2.52±0.04	2.00±0.06
meyvemsitatl	-	-	0.74±0.05	0.26±0.05





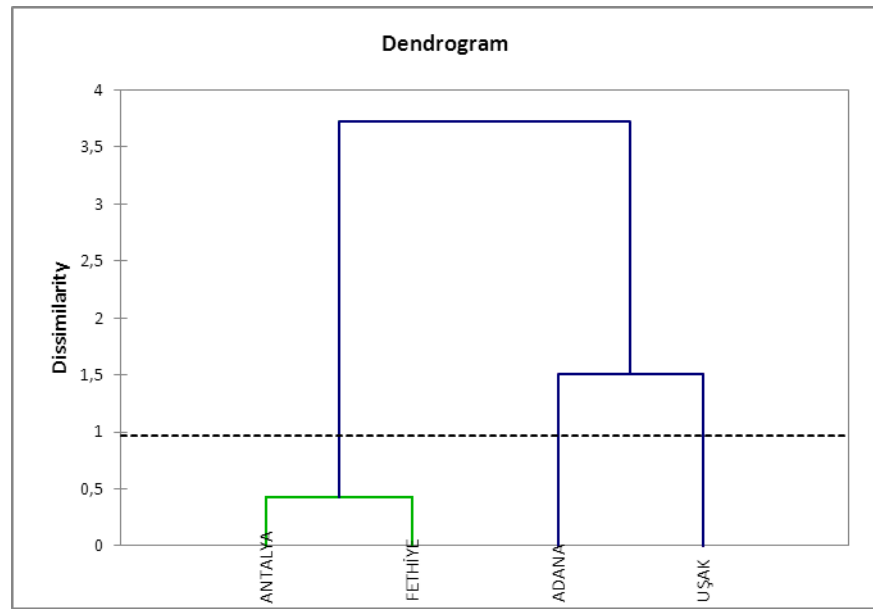
Şekil 4.8. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerine ait lezzet profili analizi diyagramları

Susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde fındık-fıstık, ot, odun, acı, toprak, ayçekirdeği ve bitkisel yağ karakterleri açısından örnekler arasında önemli fark olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Fethiye ve Uşak yöresi susam tohumlarında algılanan meyvemsi-tatlı karakteri açısından da bu iki yöre arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Ekşi karakter açısından ise örnekler arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı gözlenmiştir ($p < 0.05$). Söz konusu lezzet karakterlerin farklılık derecesinin belirlenmesi için uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre fındık fıstık karakteri en yoğun olarak Adana ve Fethiye yöresi susam tohumlarında algılanırken, Uşak yöresi susam tohumlarında en düşük düzeyde algılanmıştır. Odun karakteri en fazla Fethiye ve Uşak yöresi susam tohumlarında, en az ise Adana yöresi susam tohumlarında algılanmıştır (Ek 26). Tüm yöresel susam tohumu çeşitleri diğer lezzet karakterleri açısından değerlendirildiğinde acı ve ayçekirdeği Fethiye örneklerinde, ot Adana örneklerinde, toprak Uşak örneklerinde, bitkisel yağ karakteri ise Antalya örneklerinde öne çıkmaktadır.

Lezzet Profili Analizi sonucunda tüm yöresel çiğ susam örneklerindeki tat sonrası izlenimler değerlendirildiğinde çeşitlerin

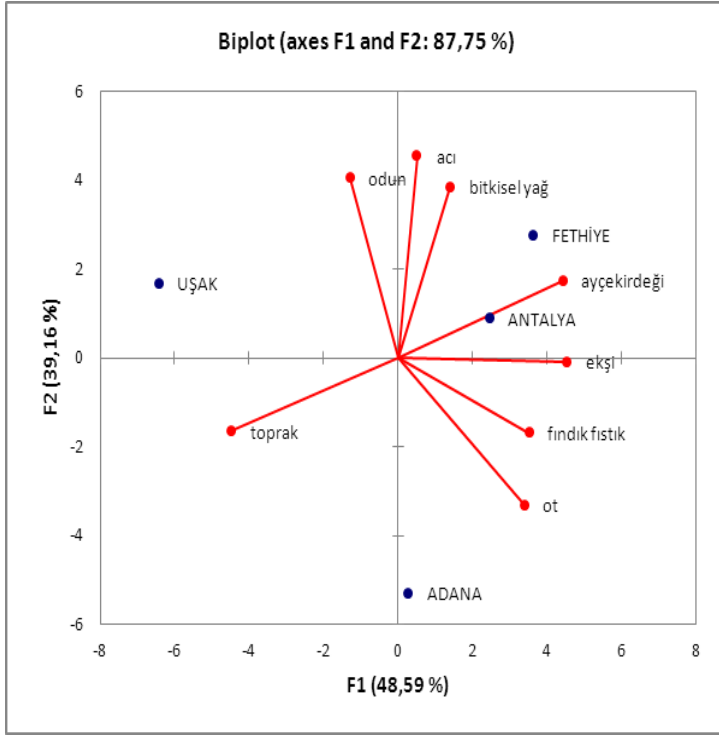
tamamında toprak, acı, yağ karakterleri algılanırken, bu karakterlere ek olarak Fethiye örneklerinde buruk, Antalya örneklerinde ise buruk ve ot (saman) karakterleri algılanmıştır.

Çiğ yöresel susam tohumları arasındaki ilişkileri göstermek amacıyla örneklerde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları kullanılarak Cluster (kümeleme) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması

Şekil 4.9'dan Antalya ve Fethiye yöresine ait örneklerin bir grup oluşturduğu, Adana ve Uşak yöresine ait örneklerin ise çok benzer olmamakla birlikte ayrı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir. Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin belirlenmesi amacıyla örneklere PCA analizi uygulanmış ve sonuçta toplam varyasyonun % 48.59, % 39.16, % 12.25'ini oluşturan ve sırasıyla F1, F2 ve F3 olmak üzere 3 temel bileşen elde edilmiştir.



Şekil 4.10. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı

F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramda görüldüğü gibi Fethiye ve Antalya yöresi susam tohumlarını diğer yöre susam tohumlarından ayıran en önemli lezzet karakterleri; ayçekirdeği, ekşi, fındık-fıstık ve ot karakterleri olmaktadır. Uşak yöresi susam tohumlarını diğer yöre susamlarından ayıran lezzet karakterinin toprak olduğu görülmektedir. Adana yöresi susam tohumlarında ise bitkisel yağ, acı ve odun karakterlerinin önemli olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.10).

4.3. Kavrulmuş Susam Tohumlarının Lezzet Bileşenlerinin Saptanması İle İlgili Bulgular

Bu bölümde Bölüm 3.2.1’de açıklanan şekilde kavurma işlemi uygulanarak elde edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerindeki uçucu bileşenlerin belirlenmesi amacı ile uygulanan SPME/ GC/MS analizine ait bulgular ve söz konusu örneklerde lezzet profili analizi (LPA) tekniği kullanılarak gerçekleştirilen duyuşal değerdendirmeler sonucunda elde edilen bulgular verilmektedir.

4.3.1.Kavrulmuş susam tohumlarının uçucu bileşenlerinin saptanması ile ilgili bulgular

Çalışmada materyal olarak kullanılan Türkiye’de ıslah edilmiş 13 adet tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin SPME/GC/MS analizine ait kromatogramları Ek27-Ek39’da; belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları ve literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri çizelge 4.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7..Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri

Pİ K N O	KI*	BİLEŞEN ADI	KEPSUT 99	TANAS	TAN 99	SARISU	ARSLANBEY	HATİPOĞLU	ORHANGAZI 99	CUMHURİYE T 99	MUGANLI 57	OSMANLI 99	BOYDAK	ÖZBERK 82	BİRKAN	DUYUSAL TERİM KARŞILIKLARI**
1	613	hegzanal	İz	iz	iz	iz	2.58±0.33	İz	iz	İz	iz	iz	İz	iz	1.68±0.20	yeşil, odunumsu, sebze benzeri, yağlı, aldehit, otumsu, tatlımsı, meyvemsi
2	659	2-metil bütanal	İz	0.72±0.27	1.05±0.21	0.92±0.99	2.22±0.22	4.23±1.27	1.81±0.71	3.62±0.80	1.01±0.54	1.41±0.53	2.61±1.01	iz	3.13±0.72	benzin kokusu
3	807	siklotrisiloksan	4.01±1.54	1.19±0.75	1.04±0.11	4.65±2.70	19.41±4.25	2.81±0.91	3.95±1.62	4.40±2.01	1.51±0.95	1.58±0.95	9.11±3.37	1.16±0.43	1.60±0.19	
4	834	2-metil pirazin	1.50±0.23	4.90±1.47	3.01±0.86	4.94±1.63	İz	3.56±0.68	2.90±0.90	2.79±0.65	6.05±0.55	5.12±0.63	İz	6.91±2.00	3.21±1.10	fındığımsı, fıstığımsı,kakao,yeşil,kavrulmuş
5	899	1-hegzanol	2.14±1.551	1.29±0.69	iz	2.06±0.77	2.57±0.62	1.31±0.63	iz	İz	3.47±0.55	iz	3.63±0.56	1.19±0.39	iz	yeşil,meyvemsi, keskin,yağlı
6	928	2,5-dimetil pirazin	16.91±1.26	19.98±1.60	23.39±2.24	21.92±1.29	6.07±0.76	20.85±1.63	24.18±3.02	21.22±3.59	20.45±3.19	22.23±0.61	1.97±0.40	20.07±0.48	21.17±1.42	fındığımsı, fıstığımsı, toprağımsı, küflü
7	958	2-heptanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.99±0.16	-		yağlı, keskin
8	990	siklotetrasiloksan	3.57±0.23	2.44±0.59	2.13±0.47	2.40±2.01	15.31±3.83	2.22±0.39	6.79±0.80	3.65±3.51	1.81±0.13	3.36±1.03	3.97±1.62	2.59±1.18	1.91±0.18	
9	1001	2-pentil furan	8.22±0.67	2.62±0.12	4.54±1.53	1.74±0.25	4.79±1.24	4.52±0.52	iz	3.39±0.47	4.95±0.66	iz	6.75±0.16	3.28±0.52	5.34±0.21	meyvemsi, yeşil, toprağımsı, metalik
10	1010	n-oktanal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.64±0.78	-	-	

11	101 8	2-etil-3-metil pirazin	8.39±0. 50	19.37± 1.50	17.42± 0.35	16.18± 2.66	3.56±1. 42	18.45± 1.20	17.46± 1.92	14.21± 1.04	18.75± 3.56	17.25± 4.22	İz	20.12± 1.03	19.61± 1.73	findığımsı, fıstığımsı, mısır
12	105 6	1,3,6-oktatrien	1.12±0. 60	0.92±0. 41	1.08±0. 69	1.50±0. 60	7.33±1. 35	3.78±0. 14	iz	2.05±0. 73	iz	0.97±0. 77	3.63±0. 38	1.81±0. 75	iz	turuncgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğimsi, otumsu
13	107 4	benzenasetaldehit	3.70±0. 53	1.88±1. 28	2.77±0. 99	iz	10.08± 2.83	4.36±1. 57	2.65±0. 45	2.91±0. 50	1.84±0. 90	iz	12.72± 1.99	iz	5.82±1. 27	yeşil, çiçeğimsi, gül benzeri
14	109 3	3-etil-2,5 dimetilpirazin	14.41±0 .44	21.80± 2.16	20.48± 1.97	19.34± 3.62	8.68±0. 61	20.21± 1.97	21.21± 0.31	20.25± 2.96	20.54± 0.75	21.51± 1.17	7.14±0. 71	25.90± 0.84	20.34± 0.51	findığımsı, çikolata, kavrulmuş
15	111 0	dimetil-2-vinil pirazin	3.74±0. 26	4.92±1. 37	4.10±0. 28	3.76±0. 37	9.17±2. 23	5.97±2. 55	4.75±1. 15	4.31±0. 72	3.93±3. 08	3.46±2. 06	15.17± 0.71	4.92±0. 34	4.81±0. 43	findığımsı
16	114 3	siklopentasiloksan	1.56±0. 40	2.62±0. 64	1.76±0. 27	2.33±0. 99	2.94±0. 93	2.15±0. 16	1.96±0. 33	2.45±1. 21	2.39±1. 29	3.23±0. 39	3.06±0. 94	2.73±0. 56	2.51±0. 35	
17	117 3	3,5-dietil-2-metil pirazin	2.23±0. 26	4.83±0. 33	3.45±0. 24	2.54±0. 74	1.39±0. 45	2.85±0. 80	2.86±0. 23	2.99±0. 42	4.83±0. 56	4.79±1. 59	3.05±0. 79	5.56±0. 22	3.18±0. 03	küflü, toprağımsı, patates
18	120 1	dodekan	-	-	-	-	-	-	-	-	2.01±0. 73	-	-	1.91±0. 23	-	
19	122 2	azulen	18.30±1 .38	7.18±0. 48	3.16±0. 14	12.96± 1.26	-	-	-	-	1.80±1. 35	0.56±0. 08	6.00±1. 61	-	-	
20	131 2	siklohegzasiloksan	0.81±0. 31	1.17±0. 22	1.12±0. 28	1.34±0. 69	1.37±0. 58	1.00±0. 08	1.72±0. 31	1.97±0. 38	1.64±0. 37	1.12±0. 28	4.21±3. 10	0.87±0. 26	1.30±0. 41	
21	138 0	2-metoksi-4-vinil fenol	6.85±0. 66	1.56±0. 82	6.84±0. 33	iz	iz	iz	4.81±1. 68	7.38±0. 31	1.18±0. 59	11.64± 1.66	3.56±0. 58	iz	2.59±0. 84	odunumsu, taze, kavrulmuş, fıstığımsı
22	144 2	trans α -bergamoten	1.36±0. 44	iz	0.95±0. 31	iz	1.75±0. 24	0.90±0. 08	1.30±0. 26	0.78±0. 09	0.84±0. 13	1.24±0. 27	0.62±0. 20	0.43±0. 04	0.67±0. 19	odunumsu, sıcak, çay
23	147 9	sikloheptasiloksan	-	0.24±0. 13	0.47±0. 30	1.14±0. 11	0.78±0. 15	-	1.66±0. 20	0.75±0. 02	0.61±0. 10	0.52±0. 09	0.44±0. 07	0.55±0. 24	0.66±0. 15	
24	163 8	dekametilciklopentasilok san	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38±0. 07	-	0.73±0. 16	-	-	
25	216 9	dekanedioik asit	1.18±0. 11	0.35±0. 02	1.23±0. 30	iz	iz	0.81±0. 26	iz	0.87±0. 22	İz	iz	İz	iz	0.47±0. 10	

*C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleridir

**Leffingwell and Alford, 2005; Pavlovic et al., 2007; Aida et al., 2008; Jerkovic et al., 2011; Jerkowic et al., 2012; Rodrigues et al., 2012; Chemical Book, 2015; ChemSpider, 2015; Leffingwell et al., 2015; National Institute of Standards and Technology, 2015; The Good Scents Company, 2015

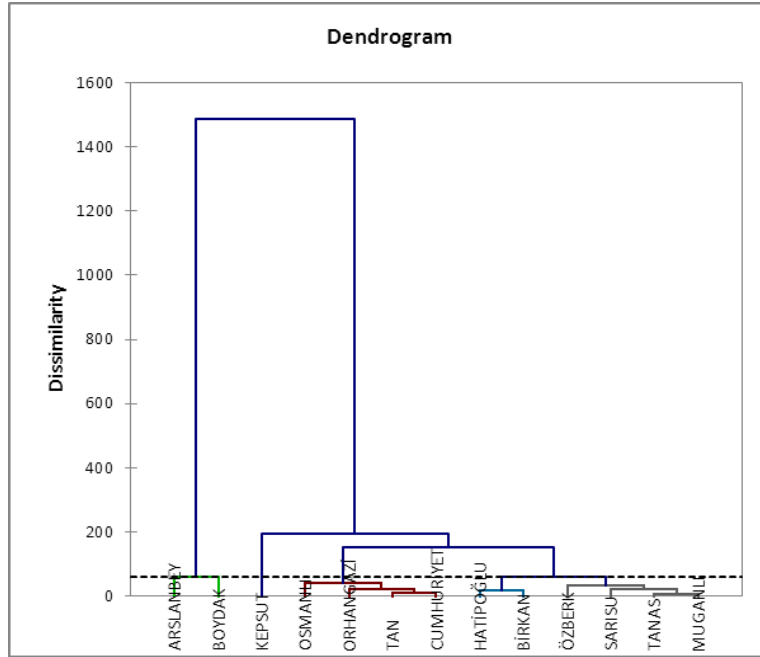
Çizelge 4.7'den görüldüğü gibi tescilli kavrulmuş çeşitler içerisinde Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Arslanbey, Hatipoğlu, Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Özberk 82, Birkan çeşitlerinde sırasıyla 20, 21, 21, 22, 20, 19, 20, 20, 23, 21, 24, 21, 20 adet uçucu bileşen saptanmıştır.

Tescilli çeşitlerin tamamında çıkan ortak bileşenler hegzanal, 2-metil bütanal, 2-metil pirazin, 1-hegzanol, 2,5-dimetil pirazin, 2-pentil furan, 2-etil-3-metil pirazin, 1,3,6-oktatrien, benzenasetaldehit, 3-etil-2,5-dimetil pirazin, dimetil-2-vinil pirazin, 3,5-dietil-2metil pirazin, 2-metoksi-4-vinilfenol, trans alfa bergamoten, dekanedioik asit olduğu görülmektedir.

Ortak bileşenlerin Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Arslanbey, Hatipoğlu, Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Özberk 82, Birkan susam çeşitlerinde yüzde alanları sırasıyla; % 72.38, % 85.14, % 90.31, % 74.9, % 60.19, % 91.8, % 83.93, % 86.77, % 87.84, % 89.62, % 60.85, % 90.18, % 92.02 olarak belirlenmiştir. Ortak bileşenlerin dışında 2-heptanal ve n-oktanal Boydak'da; dodekan Özberk 82 ve Muganlı 57'de çeşidinde; azulen ise Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Muganlı 57, Osmanlı 99 ve Boydak çeşitlerinde saptanmıştır.

Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde belirlenen söz konusu ortak bileşenlerin yüzde alanlarının istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda tüm ortak bileşenler açısından çeşitler arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre hegzanal, 1,3,6-oktatrien, trans- α -bergamoten bileşiği, Arslanbey; 2-metil-bütanal, Hatipoğlu; 2-metil pirazin, 2-etil-3-metil pirazin ve 3-etil-2,5-dimetil pirazin, Özberk 82; 2,5-dimetil pirazin, Orhangazi 99; 2-pentil furan, Kepsut 99; benzenasetaldehit ve dimetil-2-vinil pirazin, Boydak; 2-metoksi-4-vinilfenol, Osmanlı 99; 1-hegzanol, Muganlı 57 ve Boydak; 3,5-dietil-2metil pirazin, Tanas, Muganlı 57, Osmanlı 99 ve Özberk 82; dekanedioik asit bileşiği ise Kepsut 99 ve Tan 99 çeşitlerinde en fazla miktarda saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 40).

Tescilli kavrulmuş çeşitler arasındaki ilişkiyi göstermek amacı ile örneklerde saptanan ortak bileşenler kullanılarak Cluster (kümeleme) analizi ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda 2 ana grup oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.11).

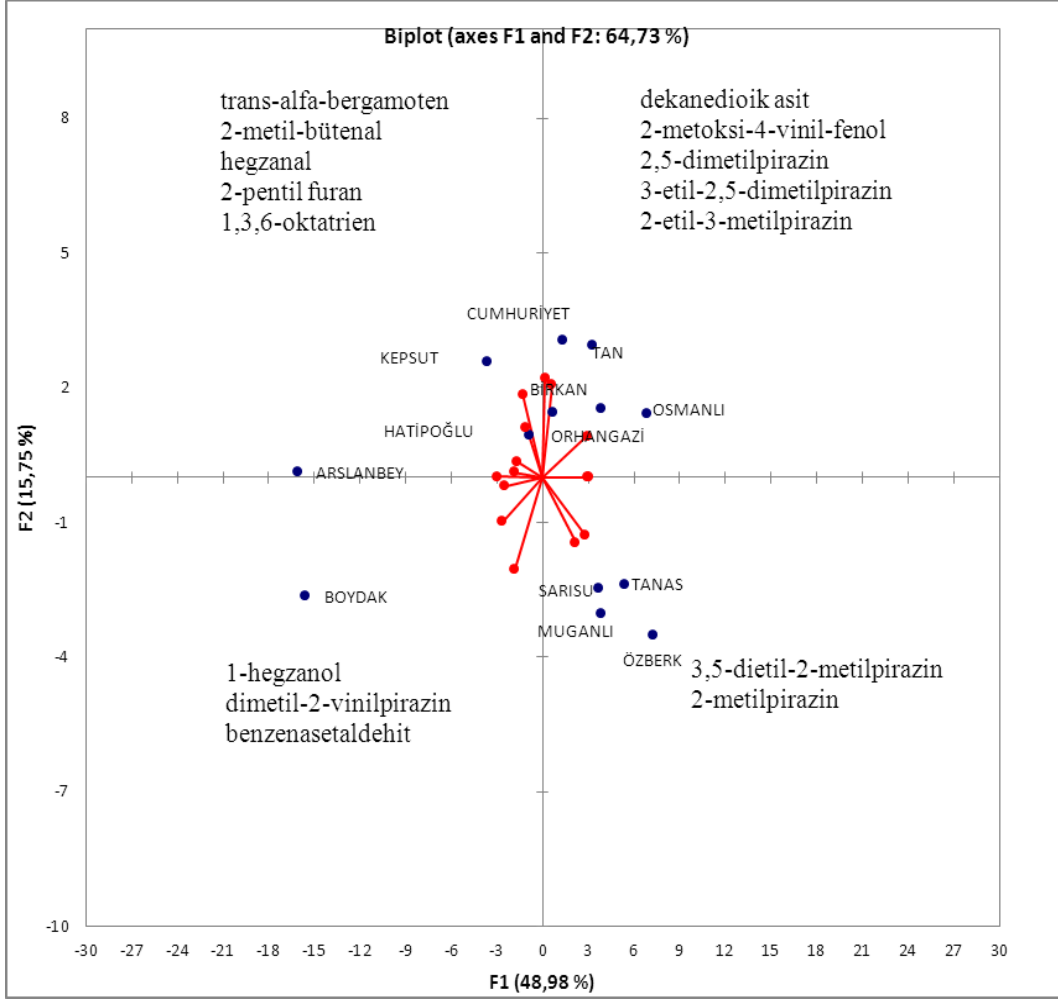


Şekil 4.11. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak uçucu bileşenlerine göre gruplandırılması

Arslanbey ve Boydak çeşitleri bir grup oluştururken, diğer grubun altında da 4 ayrı grup oluşmuştur. Muganlı 57, Tanas, Sarısu, Özberk 82 çeşitleri; Birkan, Hatipoğlu çeşitleri; Cumhuriyet 99, Tan 99, Orhangazi 99, Osmanlı 99 çeşitleri ve Kepsut 99 çeşidi ayrı ayrı gruplar oluşturmuştur.

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması amacıyla örneklerle uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonu sırasıyla % 48.98, % 15.74, % 10.04, % 8.04, % 6.62, % 3.65, % 2.90, % 2.44, % 1.18, % 0.30, % 0.10, % 0.02 oranında oluşturan F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12 olmak üzere 12 temel bileşen elde edilmiştir. F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramda görüldüğü gibi Arslanbey ve Boydak çeşitlerini diğer çeşitlerden ayıran en önemli uçucu bileşenlerin hegzanal, 1,3,6-oktatrien, 2-pentil furan, benzenasetaldehit, dimetil-2-vinilpirazin olduğu gözlenmektedir. Ayırt edici uçucu bileşenlerin Cumhuriyet 99, Tan 99, Orhangazi 99, Osmanlı 99 çeşitlerinde

dekanedioik asit, trans-alfa bergamoten, 2-metoksi-4-vinil-fenol; Tanas, Sarısu, Muganlı 57 ve Özberk 82 çeşitlerinde ise 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, 2-etil-3-metil pirazin, 3-etil-2,5-dimetil pirazin ve 3,5-dietil-2-metilpirazin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı

Çalışmada materyal olarak kullanılan Türkiye'nin farklı yörelerinden (Antalya, Adana, Fethiye, Uşak) temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin SPME/GC/MS analizine ait kromatogramları Ek 41- Ek 44'de; belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri çizelge 4.8'de gösterilmektedir

Çizelge 4.8. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinde SPME/GC/MS analiziyle belirlenen uçucu bileşenler, yüzde alanları, literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ve C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleri

Pİ K N O	Kİ*	BİLEŞEN ADI	% Alan ± Standart Sapma				DUYUSAL TERİM KARŞILIKLA RI**
			ANTALY A	ADANA	FETHİY E	UŞAK	
1	613	hegzanal	4.83±0.39	3.05±0.88	3.46±0.49	3.06±0.59	yeşil, odunumsu, sebze benzeri, yağlı, otumsu, tatlımsı, meyvemsi
2	807	siklotrisiloksan	2.83±1.37	0.97±0.10	2.13±1.44	1.15±0.04	
3	834	2-metil pirazin	6.89±0.56	7.47±0.72	5.44±1.26	11.17±2.41	findığımsı, fıstığımsı,kakao ,yeşil,kavrulmuş
4	928	2,5-dimetil pirazin	23.95±0.40	23.55±3.17	21.46±2.57	18.95±0.40	findığımsı, fıstığımsı, toprağımsı, küflü
5	958	2-heptanal	-	-	-	1.14±0.15	
6	990	siklotetrasiloksan	4.39±0.65	2.30±0.27	0.40±0.34	1.44±0.43	
7	1001	2-pentil furan	İz	iz	1.76±0.10	0.87±0.12	meyvemsi, yeşil, toprağımsı, metalik
8	1018	2-etil-3-metil pirazin	16.62±1.19	16.37±3.83	16.43±1.03	14.77±1.10	findığımsı, fıstığımsı, mısır
9	1056	1,3,6-oktatrien	2.58±1.00	1.05±0.45	3.53±0.75	1.40±0.78	turuncgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğımsi, otumsu
10	1074	benzenasetaldehit	2.13±1.46	3.72±1.10	6.62±0.37	2.28±0.90	yeşil, çiçeğımsi, gül benzeri
11	1093	3-etil-2,5 dimetilpirazin	18.08±1.76	20.83±1.88	19.41±0.29	19.23±0.74	findığımsı, çikolata, kavrulmuş
12	1110	dimetil-2-vinil pirazin	6.34±3.01	6.57±5.42	5.31±0.69	5.67±0.27	Findığımsı
13	1143	siklopentasiloksan	2.35±0.51	1.74±0.71	2.90±0.66	2.90±0.53	
14	1158	(6-metil-2-pirazinil)-1-etanon	-	-	-	1.50±0.77	kavrulmuş, kahve, kakao, patlamış mısır
15	1173	3,5-dietil-2-metil pirazin	2.56±0.36	3.69±0.48	3.31±0.67	6.06±1.28	küflü, toprağımsı, patates
16	1222	azulen	-	1.38±1.00	-	3.06±1.14	
17	1312	siklohegzasiloksan	3.72±0.45	4.33±2.16	1.44±0.28	1.50±0.01	
18	1380	2-metoksi-4-vinil fenol	İz	1.12±0.26	2.23±0.46	2.15±0.14	odunumsu, taze, kavrulmuş, fıstığımsı

19	144 2	trans α -bergamoten	0.87 $\pm$ 0.09	0.79 $\pm$ 0.2 1	1.05 $\pm$ 0.1 5	0.68 $\pm$ 0.0 9	odunumsu, sıcak, çay
20	147 9	sikloheptasiloksan	-	-	0.66 $\pm$ 0.1 8	0.45 $\pm$ 0.1 4	
21	159 1	bütanoik asit	0.62 $\pm$ 0.55	-	-	-	
22	216 9	dekanedioik asit	1.25 $\pm$ 0.79	1.08 $\pm$ 0.2 9	0.94 $\pm$ 0.2 5	0.56 $\pm$ 0.1 9	

*C7-C30 alkan serisi kullanılarak HP-5MS kolon için hesaplanan kovats indeksleridir

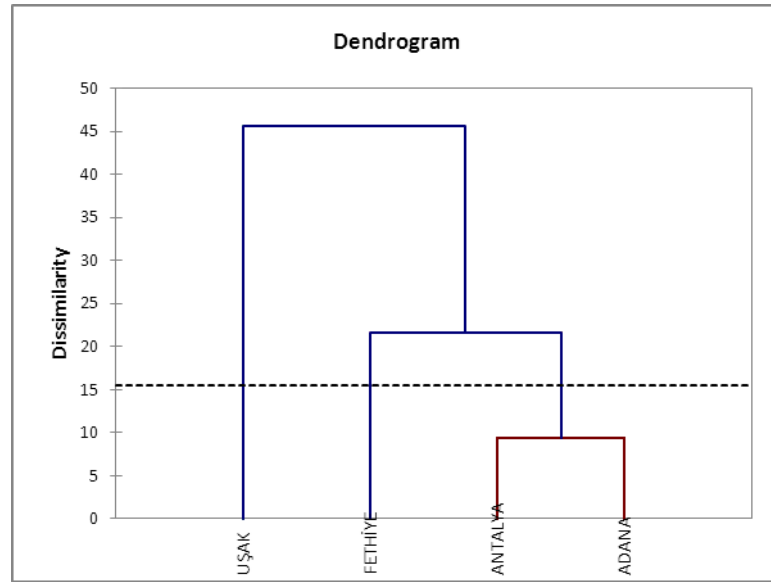
**Leffingwell and Alford, 2005; Pavlovic et al., 2007; Aida et al., 2008; Jerkovic et al., 2011; Jerkowic et al., 2012; Rodrigues et al., 2012; Chemical Book, 2015; ChemSpider, 2015; Leffingwell et al., 2015; National Institute of Standards and Technology, 2015; The Good Scents Company, 2015

Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi Antalya, Adana, Fethiye, Uşak yöresine ait kavrulmuş susam çeşitlerinde sırasıyla 18, 18, 18 ve 21 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Yöresel çeşitlerin tamamında çıkan ortak bileşenlerin, hegzanal, 2-metil pirazin, 2,5-dimetil pirazin, 2-pentil furan, 2-etil-3-metil pirazin, 1,3,6-oktatrien, benzenasetaldehyt, 3-etil-2,5-dimetil pirazin, dimetil-2-vinil pirazin, 3,5-dietil-2 metil pirazin, 2-metoksi-4-vinil fenol, trans-alfa bergamoten, dekanedioikasit olduğu görülmektedir.

Ortak bileşenlerin Antalya, Adana, Fethiye, Uşak yöresine ait kavrulmuş susam çeşitlerinde yüzde alanları sırasıyla % 86.1, % 89.29, % 90.95, % 86.85 olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen susam tohumu çeşitlerinde belirlenen söz konusu ortak bileşenlerin yüzde alanlarının istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda 2-etil-3-metil pirazin, 3-etil-2,5 dimetilpirazin, dimetil-2-vinil pirazin, dekanedioik asit bileşenleri açısından yöreler arasında önemli düzeyde farklılık saptanmazken, diğer tüm ortak bileşenler açısından farklılık bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek 45). Gerçekleştirilen Duncan testi sonuçlarına göre Antalya yöresinde hegzanal; Fethiye yöresi 2-pentil furan, 1,3,6-oktatrien, benzenasetaldehyt, 2-metoksi-4-vinil fenol, trans- α -bergamoten; Uşak yöresi ise 2-metil pirazin, 3,5-dietil-2metil pirazin, 2-metoksi-4-vinil fenol açısından en zengin çeşitleri oluşturmaktadır. Söz konusu ortak bileşenler dışında 2,5-dimetil pirazin Uşak yöresinde; 2-pentil furan Adana ve Antalya; 2-metoksi-4-vinil fenol ise yine Antalya yöresine ait çeşitlerde en düşük miktarda saptanmıştır ($p<0.05$). Bu bileşenlerin dışında 2-heptanal, (6-metil-2-pirazinil)-1-etanon, bileşenleri

sadece Uşak yöresinde; bütanoik asit sadece Antalya yöresinde; azulen ise sadece Adana ve Uşak yöresinde saptanmıştır.

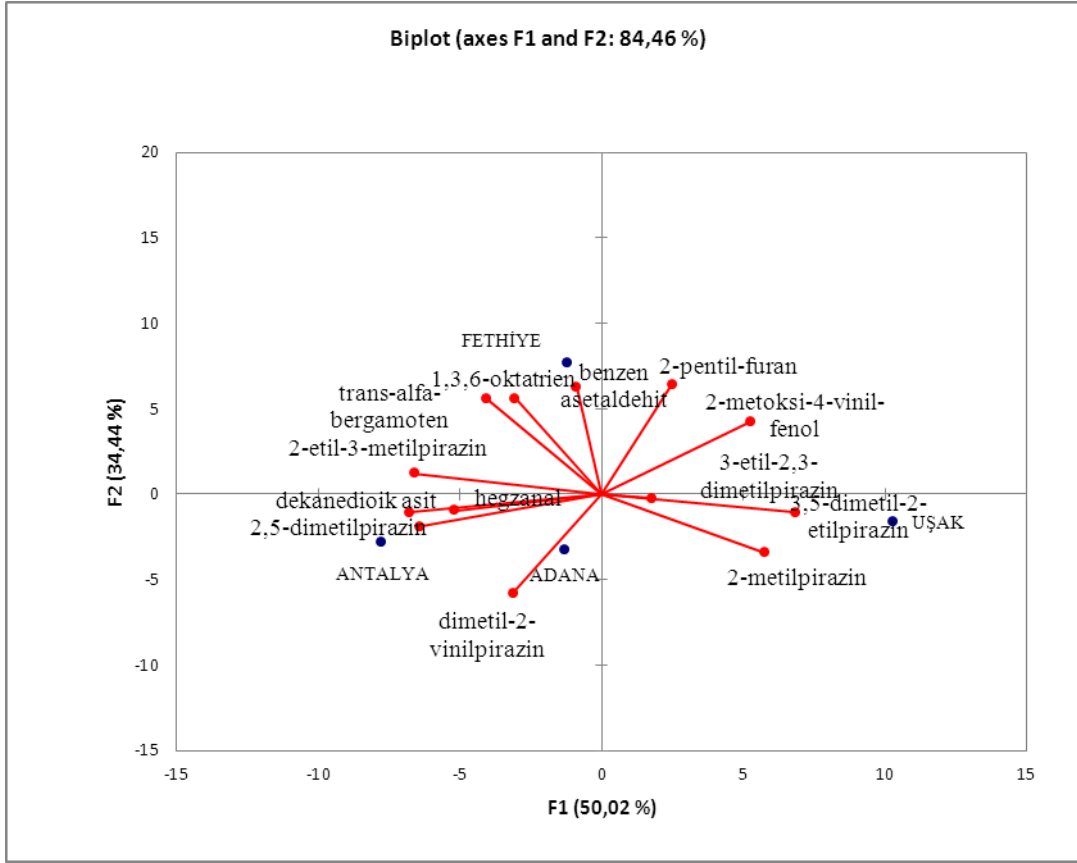
Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam çeşitleri arasındaki ilişkiyi göstermek amacı ile örneklerde saptanan ortak bileşenler kullanılarak Cluster (kümeleme) analizi ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda 2 ana grup oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ortak uçucu bileşenlerine göre ile gruplandırılması

Şekil 4.13'den görüldüğü gibi Uşak yöresine ait örnekler bir grup oluştururken, diğer grupta Antalya ve Adana yöresine ait örneklerin bulunduğu ve bu grubun yakınında çok benzer olmasa da Fethiye yöresine ait örneklerin yer aldığı görülmektedir.

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin saptanması için örneklerle uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun % 50.02'sini oluşturan F1, % 34.44'ünü oluşturan F2 ve %15.54'ünü oluşturan F3 olmak üzere 3 temel bileşen elde edilmiştir.



Şekil 4.14. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin ortak uçucu bileşenlerine ait biplot diyagramı

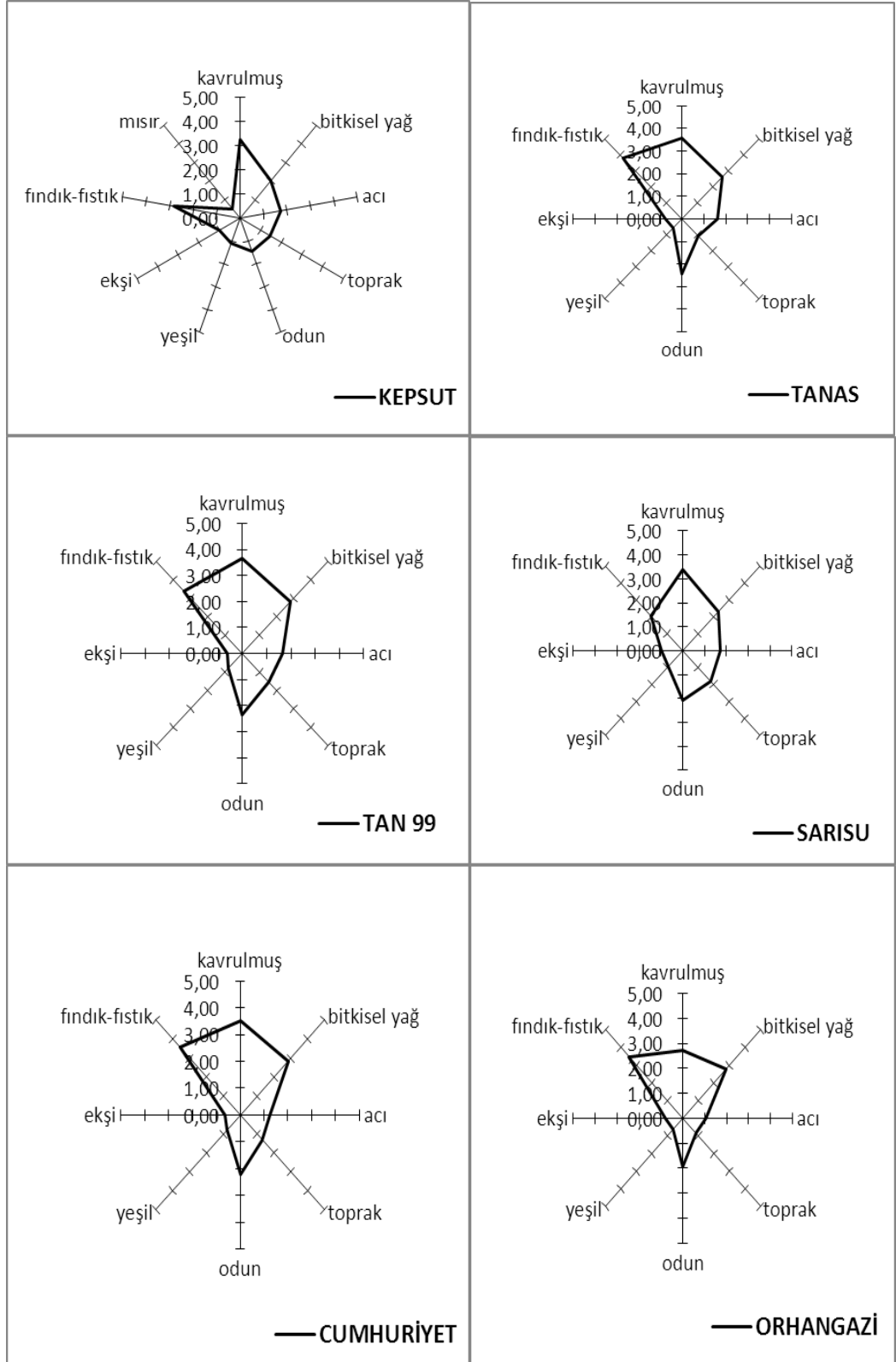
F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagrama göre Antalya ve Adana yöresine ait kavrulmuş susam tohumu örneklerinin diğer çeşitlerden ayrılmasında etkili olan uçucu bileşenlerin 2,5-dimetil pirazin, hegzanal, 2-etil-3-metilpirazin, dekanedioik asit olduğu ve bu bileşenlerin dışında dimetil-2-vinil pirazin bileşenin de Adana yöresine ait örneklerde ayırt edici olduğu saptanmıştır. Fethiye yöresine ait örneklerin diğer çeşitlerden ayrılmasında etkili olan uçucu bileşenler 2-pentil furan, trans-alfa-bergamoten, 1,3,6-oktatrien, benzenasetaldehit olarak belirlenirken, Uşak yöresine ait örneklerde 3,5-dietil-2-metilpirazin, 2-metil pirazin, 2-metoksi-4-vinilfenol olarak saptanmıştır (Şekil 4.14).

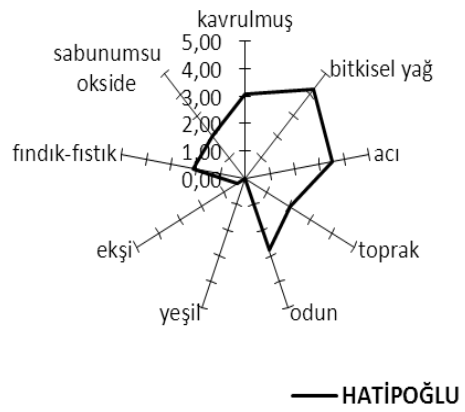
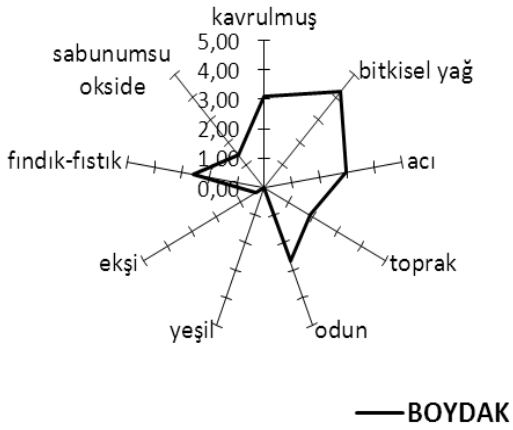
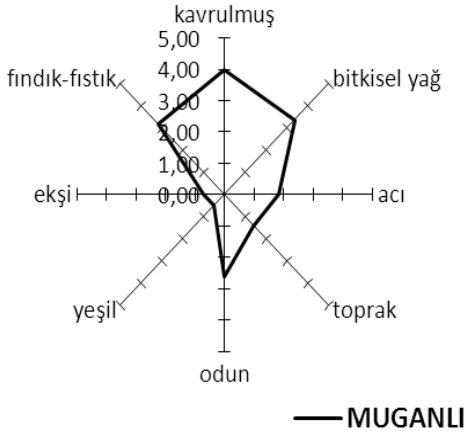
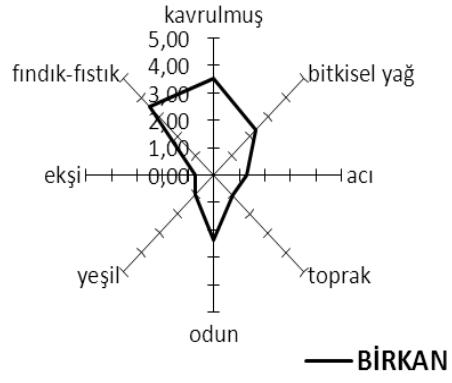
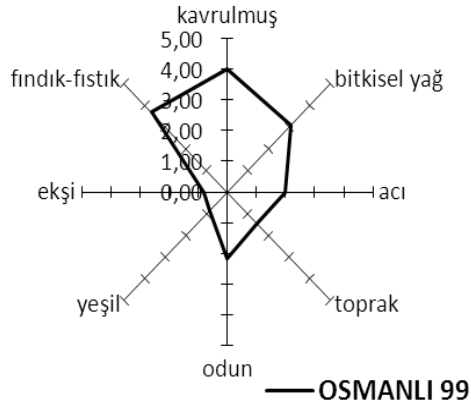
4.3.2. Kavrulmuş susam tohumlarının lezzet profili analizi (LPA)'ne ait bulgular

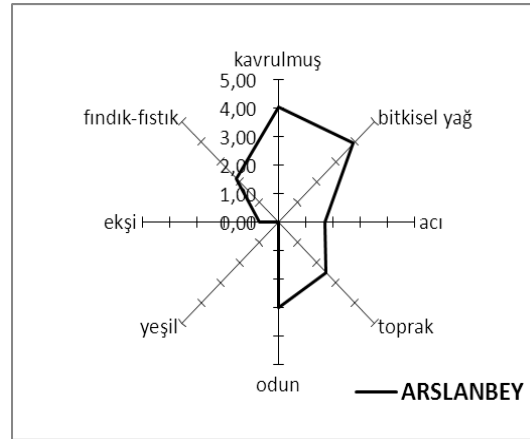
Türkiye’de ıslah edilmiş tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin LPA tekniği ile gerçekleştirilen duyusal değerlendirmeleri sonucunda belirlenen lezzet karakterleri ve yoğunluk (şiddet) puanları çizelge 4.9’da ve lezzet profili analizi diyagramları şekil 4.15’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Türkiye’de ıslah edilmiş tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerine ait lezzet profili analizi bulguları

LEZZET KARAKTERİ	YOĞUNLUK PUANI (0-5 cm skala)												
	KEPSUT 99	TANAS	TAN 99	SARISU	CUMHURİYET 99	ORHANGAZİ 99	OSMANLI 99	BİRKAN	MUGANLI 57	ÖZBERK 82	BOYDAK	HATİPOĞLU	ARSLANBEY
kavurulmuş	3.26±0.08	3.58±0.07	3.64±0.05	3.40±0.06	3.52±0.07	2.72±00.04	4.00±0.00	3.54±0.05	4.00±0.06	4.38±0.07	3.12±0.07	3.08±0.07	4.04±0.07
bitkisel yağ	2.04±0.05	2.60±0.13	2.80±0.00	2.32±0.10	2.84±0.05	2.76±0.05	3.08±0.07	2.32±0.07	3.38±0.07	2.98±0.07	4.26±0.08	4.24±0.15	3.92±0.07
acı	1.74±0.08	1.62±0.07	1.6 ±0.08	1.74±0.05	1.26±0.05	1.06±0.08	1.98±0.04	1.28±0.04	1.82±0.1	2.44±0.05	2.96±0.08	3.54±0.05	1.72±0.11
toprak	1.46±0.05	1.04±0.08	1.54±0.08	1.82±0.04	1.32±0.07	0.84±0.05	1.46±0.05	1.04±0.08	1.40±0.09	1.88±0.07	1.88±0.10	2.06±0.08	2.50±0.06
odun	1.46±0.05	2.42±0.12	2.36±0.05	2.08±0.07	2.20±0.06	1.96±0.08	2.16±0.10	2.38±0.07	2.60±0.09	1.98±0.04	2.68±0.12	2.76±0.08	3.00±0.00
yeşil	1.10±0.09	0.56±0.05	0.80±0.09	0.94±0.05	0.76±0.05	0.62±0.04	0.88±0.07	1.00±0.09	0.50±0.06	0.46±0.05	-	-	-
ekşi	1.00±0.00	0.76±0.05	0.60±0.06	0.96±0.05	0.64±0.08	0.78±0.04	0.82±0.07	0.72±0.04	0.72±0.04	0.92±0.04	0.36±0.05	0.36±0.05	0.70±0.06
findık-fıstık	2.82±0.04	3.82±0.07	3.38±0.07	2.06±0.08	3.58±0.07	3.46±0.05	3.68±0.10	3.56±0.05	3.20±0.00	3.42±0.07	2.58±0.10	2.10±0.09	2.18±0.07
mısır	0.52±0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sabunumsu okside	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.42±0.07	2.04±0.05	-







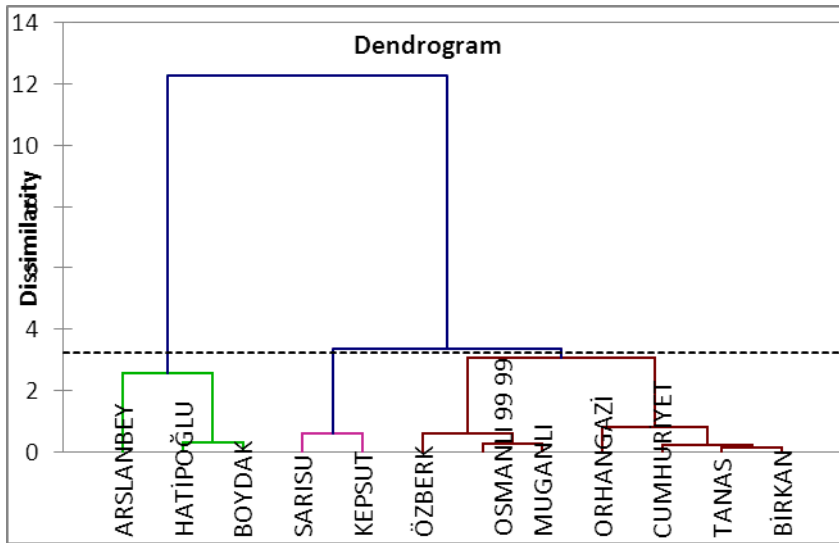
Şekil 4.15. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerine ait lezzet profili analizi diyagramları

Çizelge 4.9 ve şekil 4.15'den görüldüğü gibi tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde ortak olarak kavrulmuş, bitkisel yağ, acı, toprak, odun, ekşi, fındık-fıstık, karakterleri algılanmıştır. Ortak lezzet karakterleri dışında yeşil karakteri 10 adet tescilli çeşitte (Arslanbey, Hatipoğlu, Boydak hariç) sadece 1 çeşitte (Kepsut 99) mısır karakteri algılanırken, 2 adet tescilli çeşitte (Boydak ve Hatipoğlu) sabunumsu okside karakter algılanmıştır.

Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri Kepsut 99, Tan 99, Sarısu, Osmanlı 99, Muganlı 57, Özberk 82, Arslanbey çeşitlerinde kavrulmuş, Tanas, Cumhuriyet 99, Orhangazi 99, Birkan çeşitlerinde fındık-fıstık, Boydak ve Hatipoğlu çeşitlerinde ise bitkisel yağ olmuştur. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde kavrulmuş, bitkisel yağ, acı, toprak, odun, yeşil, ekşi, fındık fıstık karakterleri açısından çeşitler arasında önemli düzeyde fark olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Boydak ve Hatipoğlu çeşitlerinde algılanan sabunumsu okside karakteri açısından da bu iki yöre arasında farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Söz konusu lezzet karakterlerin farklılık derecesinin belirlenmesi için uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre kavrulmuş karakter Özberk 82; bitkisel yağ Hatipoğlu ve Boydak; acı Hatipoğlu; toprak ve odun Arslanbey; yeşil Kepsut 99; ekşi, Kepsut 99 ve Sarısu; fındık-fıstık Tanas çeşidinde en yoğun olarak algılanmaktadır. Sabunumsu okside karakter ise Hatipoğlu çeşidinde, Boydak çeşidine göre daha yoğun olarak algılanmaktadır ($p<0.05$) (Ek 46).

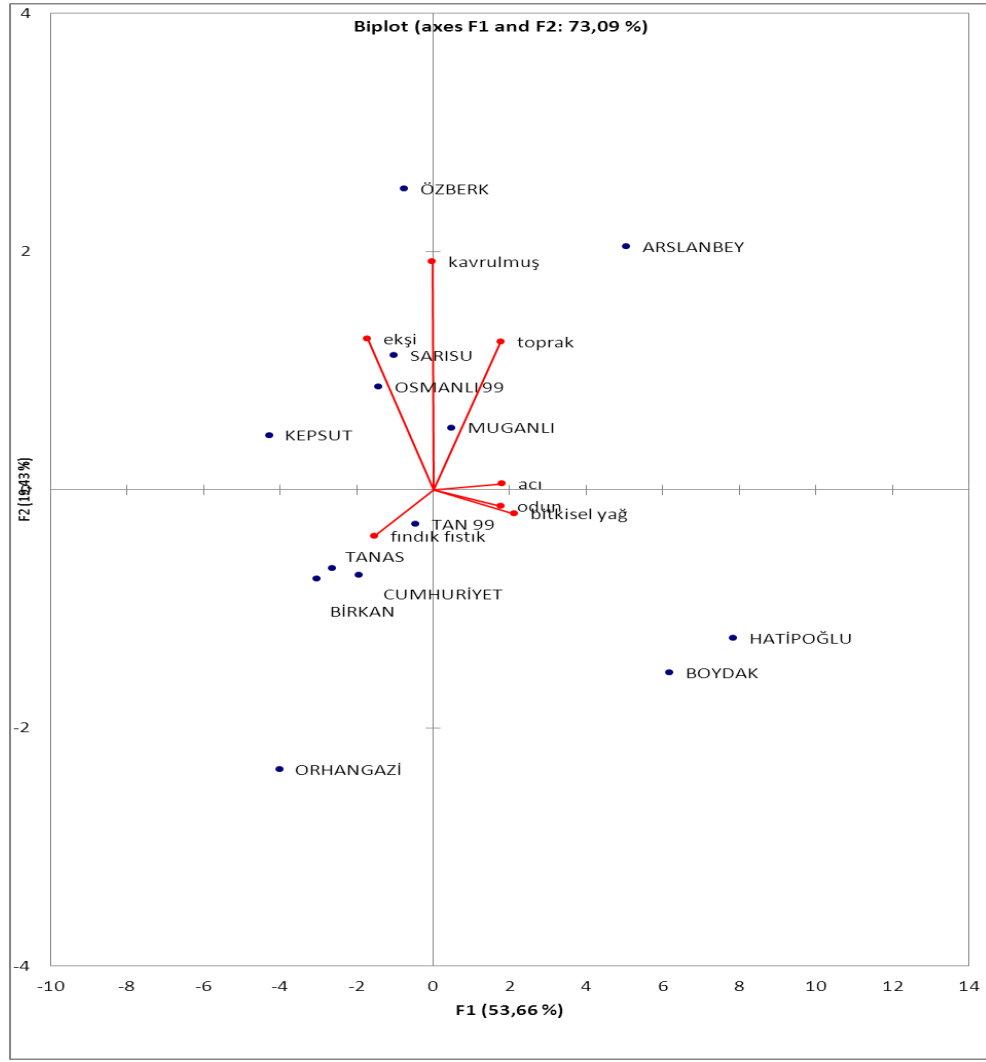
Lezzet Profili Analizi sonucunda tüm kavrulmuş susam örneklerinde tat sonrası izlenimler değerlendirilmiştir. Kavrulmuş tescilli çeşitlerin tamamında tat sonrası izlenimlerde buruk, yağ, hafif acı karakterler algılanırken, bu karakterlere ek olarak Tanas çeşidinde kavrulmuş, Sarısu ve Boydak çeşitlerinde hafif okside, Arslanbey hafif okside, hafif yanık ve Hatipoğlu çeşidinde sabunumsu karakterler algılanmıştır.

Kavrulmuş tescilli susam tohumu çeşitleri arasındaki ilişkileri göstermek amacıyla örneklerde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları kullanılarak Cluster(kümeleme) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.16). Arslanbey, Hatipoğlu, Boydak çeşitleri bir grup oluştururken, diğer grupta Birkan, Tanas, Cumhuriyet 99, Orhangazi 99 ve Muganlı 57, Osmanlı 99, Özberk 82 çeşitlerinin bulunduğu ve bu grubun yakınında Sarısu, Kepsut 99 çeşitlerinin bulunduğu görülmektedir.



Şekil.4.16. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin belirlenmesi için örneklere PCA analizi uygulanmış ve sonuçta toplam varyasyonun % 53.66, % 19.43, % 15.98, % 7.66, % 1.68, % 1.34, % 0.26, olmak üzere sırası ile F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, olmak üzere 7 temel bileşen oluşmuştur.



Şekil 4.17. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin ortak lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı

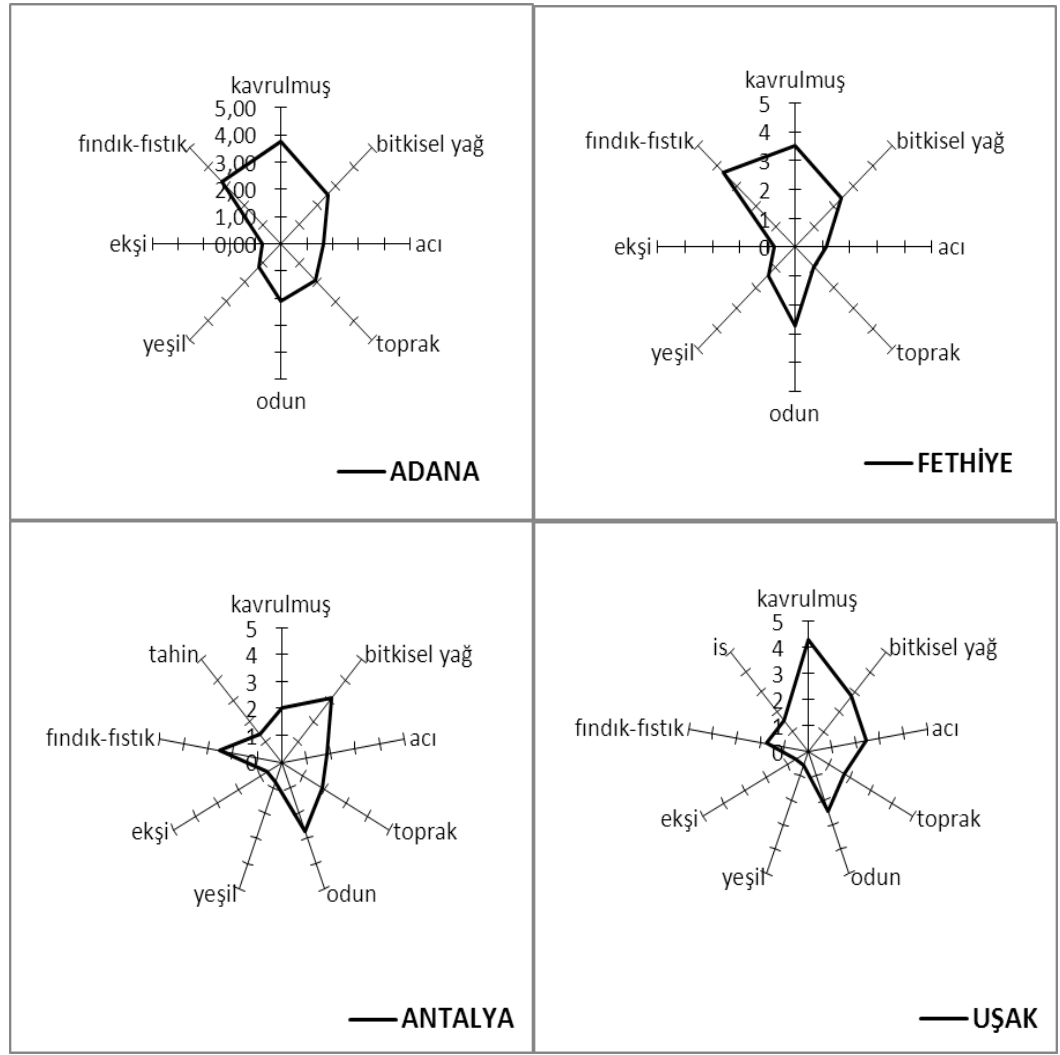
F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramında görüldüğü gibi Özberk 82 çeşidini diğer çeşitlerden ayıran en önemli lezzet karakterinin kavrulmuş olduğu ve bu karakterin Osmanlı 99 ve Muganlı 57 çeşitleri için de önemli olduğu gözlenmektedir. Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Tanas, Birkan, Tan 99 çeşitlerini diğer çeşitlerden ayıran lezzet karakterinin ise fındık-fistik olduğu görülmektedir. Sarısu ve Kepsut 99 çeşitlerinin diğer çeşitlerden ayrılmasında ise ekşi karakter etkili olmaktadır. Arslanbey, Hatipoğlu ve Boydak çeşitlerini ise diğer çeşitlerden ayıran lezzet karakterlerinin bitkisel yağ, acı, toprak ve odun olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.17).

Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin LPA tekniği ile gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmeleri sonucunda

belirlenen lezzet karakterleri ve yoğunluk (şiddet) puanları çizelge 4.10’da ve lezzet profili analizi diyagramları şekil 4.18’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.10. Türkiye’nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerine ait lezzet profili analizi bulguları

LEZZET KARAKTERİ	YOĞUNLUK PUANI (0-5 cm skala)			
	ADANA	ANTALYA	FETHİYE	UŞAK
kavrulmuş	3.76 ±0.05	2.00 ±0.00	3.50±0.06	4.28±0.04
bitkisel yağ	2.65 ±0.08	3.14 ±0.08	2.42±0.10	2.78±0.04
acı	1.66 ±0.08	1.86 ±0.05	1.16±0.05	2.46±0.05
toprak	1.88 ±0.10	1.90 ±0.06	0.96±0.05	1.74±0.15
odun	2.10 ±0.06	2.74 ±0.05	2.72±0.04	2.46±0.05
yeşil	1.22 ±0.04	0.74 ±0.05	1.38±0.15	0.58±0.07
ekşi	0.74 ±0.08	0.68±0.04	0.74±0.05	0.58±0.10
findık-fıstık	3.24±0.05	2.52±0.04	3.66±0.08	1.76±0.05
tahin	-	1.38±0.1	-	-
is	-	-	-	1.52±0.04



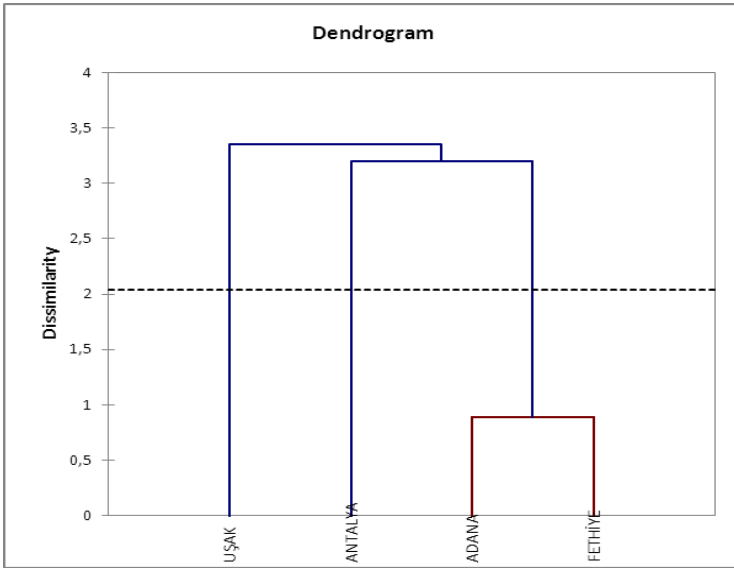
Şekil 4.18. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam örneklerine ait lezzet profili analizi diyagramları

Çizelge 4.10 ve şekil 4.18'den görüldüğü gibi Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinde ortak olarak kavrulmuş, bitkisel yağ, acı, toprak, odun, yeşil, ekşi, fındık-fıstık, karakterleri algılanmıştır. Antalya yöresine ait susam örneklerinde tahin lezzeti ortaya çıkarken, Uşak yöresine ait susamlarda is karakteri algılanmıştır. Kavrulmuş yöresel çeşitlerde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri Adana ve Uşak yöresinde kavrulmuş, Antalya yöresinde bitkisel yağ, Fethiye yöresine ait susam tohumlarında ise fındık fıstık olmuştur.

Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde kavrulmuş, bitkisel yağ, acı, toprak, odun, yeşil, ekşi, fındık-

fıstık lezzeti açısından yöreler arasında önemli düzeyde farklılık bulunduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 47). Söz konusu lezzet karakterlerinin farklılık derecesinin belirlenmesi için uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre; kavrulmuş ve acı, Uşak; bitkisel yağ, Antalya; yeşil ve fındık fıstık, Fethiye; toprak, Antalya ve Adana; odun, Antalya ve Fethiye; ekşi, Adana ve Fethiye yörelerine ait susam çeşitlerinde en yoğun olarak algılanmıştır. ($p<0.05$). Lezzet Profili Analizi sonucunda tüm kavrulmuş susam örneklerinde tat sonrası izlenimler değerlendirilmiştir. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam örneklerinin tamamında tat sonrası izlenimlerde buruk, yağ ve hafif acı karakterler algılanmıştır.

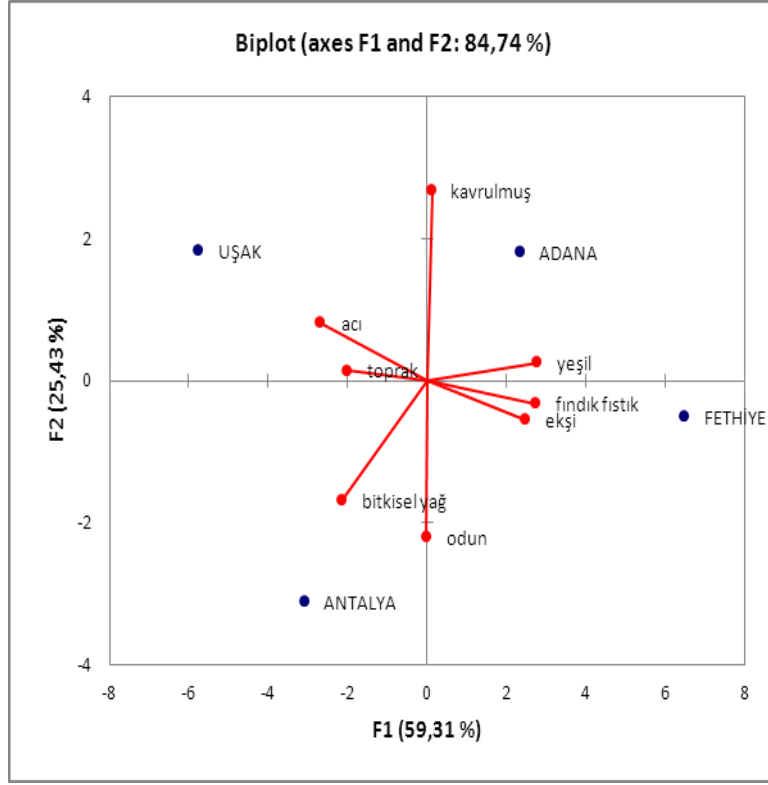
Kavrulmuş yöresel susam tohumu çeşitleri arasındaki ilişkileri göstermek amacıyla örneklerde belirlenen lezzet karakterlerine ait yoğunluk puanları kullanılarak Cluster(kümeleme) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak lezzet karakterlerine göre gruplandırılması

Şekil 4.19'dan görüldüğü gibi bir grup oluşturduğu, Adana ve Fethiye yöresi susam tohumlarının bir grup oluşturduğu, bu örneklerle çok benzer olmamakla birlikte Antalya yöresi susam tohumlarının da bu grupta bulunduğu ve Uşak yöresi susam tohumlarının ise ayrı bir grupta bulunduğu belirlenmiştir.

Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin belirlenmesi için örneklere PCA analizi uygulanmış ve sonuçta toplam varyasyonun %59.31, % 25.43 ve %15.26'sını oluşturan ve sırasıyla F1, F2 ve F3 olmak üzere 3 temel bileşen elde edilmiştir.



Şekil 4.20. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin lezzet karakterlerine ait biplot diyagramı

F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramda görüldüğü gibi Adana ve Fethiye yöresi susamlarını diğer yöre susam tohumlarından ayıran en önemli lezzet karakterlerinin yeşil, fındık-fıstık ve ekşi olduğu, Antalya yöresinde ise ayırt edici karakterin odun olduğu gözlenmektedir. Uşak yöresi susam tohumları için ayırt edici lezzet karakterinin acı ve toprak olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20).

4.4. Çiğ ve Kavrulmuş Susam Tohumu Örneklerinde Saptanan Uçucu Lezzet Bileşenleri ve Algılanan Lezzet Karakterleri İle İlgili Bulguların Değerlendirilmesi

Tescilli ve yöresel çiğ susam tohumu örneklerinin tamamı bir arada değerlendirildiğinde Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'den görüldüğü gibi tescilli çeşitler içerisinde Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Arslanbey, Hatipoğlu, Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Özberk 82, Birkan tescilli çeşitlerinde ve Antalya, Adana, Fethiye, Uşak yöresine ait çiğ susam tohumu örneklerinde sırasıyla 13, 15, 14, 13, 15, 13, 14, 12, 14, 15, 16, 16, 15, 13, 13, 13, 12 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Çalışmada kullanılan çiğ susam tohumu örneklerinin tamamında çıkan ortak bileşenlerin hegzanal, 1-hegzanol, 2-pentil furan, dl-limonen, 1,3,6-oktatrien, nonanal, trans α -bergamoten, dekanedioik asit olduğu görülmektedir. Söz konusu ortak bileşenlerin susam tohumlarındaki toplam yüzde alanları dikkate alındığında en yüksek toplam yüzde alana sahip örneğin Cumhuriyet 99 (% 88.02) olduğu ve bu sırayı Muganlı 57 (% 83.41), Hatipoğlu (% 81.05), Fethiye (% 75.87), Arslanbey (% 75.82), Uşak (%73.94), Tan 99 (% 71.2), Adana (% 62.21), Antalya (% 53.34), Birkan (% 48.37) Tanas (% 48.05), Boydak (% 46.33) Orhangazi 99 (% 33.76), Sarısu (% 32.46), Özberk 82 (% 31.18), Osmanlı 99 (% 16.04) örneklerinin takip ettiği belirlenmiştir. Ortak bileşenlerden hegzanal ve 1-hegzanol adlı uçucu bileşenlerin yüzde alanlarının en yüksek oranda Cumhuriyet 99 örneğinde bulunduğu ve bu 2 bileşenin söz konusu örneğin toplam yüzde alanının %56.92'sini oluşturduğu saptanmıştır. Bu bileşenlerin dışında dimetil sülfürün sadece Arslanbey ve Hatipoğlu; α -pinen'in, Tanas; 2-heptenal ve n-oktanal'in, Boydak; 1-andekan'in, Muganlı 57 ve Boydak; dodekan'ın Muganlı 57 ve Özberk 82; azulen'in ise Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu ve Özberk 82 çeşitlerinde bulunduğu belirlenmiştir. Yöresel çeşitlerde (Antalya, Adana, Fethiye, Uşak) ve tescilli çeşitlerden Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Osmanlı 99 ve Birkan çeşitlerinde ortak uçucu bileşenler dışında sadece SPME analizlerinde kullanılan fiberden kaynaklanan kontaminant nitelikteki Siloksan grubu bileşenler saptanmıştır. En yüksek oranda (%83.96) siloksan grubu bileşenleri toplam uçucu bileşen konsantrasyonu (%16.04) en düşük olan Osmanlı 99 örneğinde gözlenmiştir.

Tescilli ve yöresel kavrulmuş susam tohumu örneklerinin tamamı bir arada değerlendirildiğinde ise (bkz. çizelge 4.7 ve çizelge 4.8) tescilli çeşitler içerisinde Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Arslanbey, Hatipoğlu, Orhangazi 99, Cumhuriyet 99, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Özberk 82, Birkan tescilli çeşitlerinde ve Antalya, Adana, Fethiye, Uşak yöresine ait kavrulmuş susam tohumu örneklerinde sırasıyla 20, 21, 21, 22, 20, 19, 20, 20, 23, 21, 24, 21, 20, 18, 18, 18 ve 21 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Çalışmada kullanılan kavrulmuş susam tohumu örneklerinin tamamında çıkan ortak bileşenlerin hegzanal, 2-metil pirazin, 2,5-dimetil pirazin, 2-pentil furan, 2-etil-3-metil pirazin, 1,3,6-oktatrien, benzenasetaldehit, 3-etil-2,5-dimetil pirazin, dimetil-2-vinil pirazin, 3,5-dietil-2metil pirazin, 2-metoksi-4-vinilfenol, trans alfa bergamoten, dekanedioik asit olduğu görülmektedir. Söz konusu ortak bileşenlerin susam tohumlarındaki toplam yüzde alanları dikkate alındığında en yüksek toplam yüzde alana sahip örneğin olan örneğin Fethiye (% 90.95) yöresine ait olduğu ve bu sırayı Adana (% 89.29), Tan 99 (% 89.26), Özberk 82 (% 88.99), Birkan (% 88.89), Osmanlı 99 (% 88.21), Uşak (% 86.85), Hatipoğlu (% 86.26), Antalya (% 86.1), Muganlı 57 (% 83.36), Cumhuriyet 99 (% 83.15), Tanas (% 83.13), Orhangazi 99 (% 82.12), Sarısu (% 71.92), Kepsut 99 (% 70.24), Arslanbey (% 55.4) ve Boydak (% 54.61) örneklerinin takip ettiği belirlenmiştir. Bu bileşenlerin dışında sadece tescilli kavrulmuş çeşitlerin tamamında (yöresel kavrulmuş çeşitler hariç) 2-metil bütanal ve 1-hegzanol bileşenleri saptanmıştır. 2-heptenal Boydak çeşidi ve Uşak yöresine ait örneklerde; n-oktanal Boydak çeşidinde; dodekan Özberk 82 ve Muganlı 57 çeşidinde; azulen ise Kepsut 99, Tanas, Tan 99, Sarısu, Muganlı 57, Osmanlı 99 ve Boydak tescilli çeşitlerinde ve Adana, Uşak yöresine ait örneklerde; (6-metil-2-pirazinil)-1-etanon, bileşenleri sadece Uşak yöresine; bütanoik asit sadece Antalya yöresine ait örneklerde saptanmıştır.

Susam tohumlarının kavrulması ile çiğ susam tohumlarında da bulunan ortak bileşenlerden hegzanal, 2-pentil furan, 1,3,6-oktatrien, trans α -bergamoten, dekanedioik asit bileşenleri kavrulmuş örneklerde de saptanmış olup bu bileşenlere ilaveten 2-metil pirazin, 2,5-dimetil pirazin, 2-etil-3-metil pirazin, benzenasetaldehit, 3-etil-2,5-dimetil pirazin, dimetil-2-vinil pirazin, 3,5-dietil-2metil pirazin, 2-metoksi-4-vinilfenol gibi çiğ örneklerde bulunmayan bileşenler

ortaya çıkmıştır.1-hegzanol, dl-limonen, nonanal bileşenlerine ise kavrulmuş örneklerde rastlanmamıştır.

Susam tohumlarının çiğ ve kavrulmuş formlarındaki uçucu bileşen grupları çizelge 4.11’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. Susam tohumlarının çiğ ve kavrulmuş formlarındaki uçucu bileşen grupları

		ÇİĞ			KAVRULMUŞ			
		Terpen	Alkol	Aldehit	Terpen	Alkol	Aldehit	Pirazin
TESCİLLİ	Kepsut 99	12.65	23.04	iz	2.48	2.14	3.70	47.17
	Tanas	19.74	20.76	iz	0.92	1.29	2.60	75.81
	Tan 99	20.23	23.30	20.14	2.03	iz	3.82	71.86
	Sarısu	9.03	12.29	4.51	1.50	2.06	0.92	68.67
	Arslanbey	17.79	33.57	12.18	9.08	2.57	14.88	28.87
	Hatipoğlu	23.23	38.76	11.14	4.68	1.31	8.60	71.90
	Orhangazi 99	17.76	iz	21.99	1.30	iz	4.46	73.35
	Cumhuriyet	22.22	19.05	43.34	2.83	iz	6.53	65.77
	Muganlı 57	19.89	48.20	iz	0.84	3.47	2.85	74.55
	Osmanlı 99	16.04	iz	iz	2.21	iz	1.41	74.36
	Boydak	7.84	22.05	26.66	4.26	3.63	26.96	27.33
	Özberk 82	22.80	12.76	2.34	2.23	1.19	iz	83.49
	Birkan	11.14	25.40	5.68	0.67	iz	10.63	72.32
YÖRE	Adana	17.09	9.45	25.88	3.45	-	6.96	74.44
	Antalya	12.60	16.05	30.89	1.85	-	6.76	78.48
	Fethiye	26.25	16.87	27.51	4.58	-	10.08	71.36
	Uşak	20.65	13.89	33.88	2.08	-	6.48	77.35

Çizelge 4.11’de çiğ susam tohumlarının lezzetini büyük oranda terpen, alkol (1-hegzanol) ve aldehit grubu bileşenlerin oluşturduğu gözlenmektedir. Susam tohumu örneklerinde kavurma işlemi sonrasında terpen ve alkol bileşen grubunun azaldığı ve ayrıca bazı çeşitlerde (kavrulmuş yöresel çeşitler- Antalya, Adana, Fethiye, Uşak) alkol grubu bileşenlerin kaybolduğu saptanmıştır. Kavrulmuş susam tohumlarının lezzetini ise büyük oranda pirazinlerin oluşturduğu gözlenmiştir.Kavurma işlemi ile örneklerdeki aldehit (hegzanal, 2-heptanal, n-oktanal, nonanal) yüzdeleri Kepsut 99, Tanas, Arslanbey, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Birkan çeşitlerinde artarken diğer çeşitlerde azalmıştır.

Susam tohumunda uçucu bileşenlerin SPME/GC/MS yöntemiyle belirlenmesi ile ilgili bir çalışmaya literatürde rastlanmamış olup aynı yöntemle susam yağı ile gerçekleştirilmiş 2 adet çalışma bulunmaktadır. Ayrıntıları Bölüm 2.3’de verilen Park et al. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kontrol

grubu olarak belirlenen çiğ susam tohumlarından elde edilen yağda 2-pentil furan (%8.92), hegzanal (%72.16), 2-heptanal (% 4.96), nonanal (% 3.24), hegzan (%4.57), 1-pentanol (% 6.15) bileşenleri olmak üzere 6 adet bileşen belirlenirken kavrulmuş susam tohumu yağında **pirazinler** (pirazin, 2-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin, etilpirazin, 2,3-dimetilpirazin, vinilpirazin, 2-etil-6-metilpirazin, trimetilpirazin, 2-etil-3-metilpirazin, asetilpirazin, 2-etil-3,6-dimetilpirazin, 1-(6-metil-2-pirazinil)-1-etanon); **furan ve furfurallar** (2-metilfuran, 2,5-dimetilfuran, 2-vinilfuran, 2-furankarboksialdehit, 2-allilfuran, 2-furanmetanol, 5-metilfurfural, 2-pentilfuran, furfurilasetat, furfurilmetilsülfür; **tiyazoller ve tiyazolinler** (2-metiltiyazol, 4-metiltiyazol, 5-metiltiyazol, 2,4-dimetiltiyazol, 2-metiltiyazolin, 2,5-dimetiltiyazol, 2,4-dimetil-delta-2-tiyazolin); **aldehitler** (asetaldehit, bütanal, hegzanal, 2-heptanal, benzaldehit, nonanal) ve **diğer bileşenler** (metanetiylol, karbon disülfür, hegzan, piridin, 1H-pirol, 1-pentanol, dimetiltrisülfür, fenol, 2-pentilpiridin) olmak üzere 44 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Söz konusu çalışmada saptanan bileşenlerden “hegzanal” çalışmamızda kullanılan çiğ ve kavrulmuş susam tohumlarının tamamında; “1- hegzanol” çiğ susam tohumlarının tamamında ve kavrulmuş tescilli çeşitlerde (kavrulmuş yöresel çeşitler hariç); “2-pentil furan” çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerinin tamamında; “nonanal” çiğ susam tohumlarının tamamında; “2- heptanal” çiğ ve kavrulmuş Boydak çeşidinde ve kavrulmuş Uşak yöresine ait çeşitte saptanmıştır. Park et al. (2011)’de saptanan “pirazin” grubu bileşenlerden 2-metil pirazin, 2-etil-3-metilpirazin, 2,5-dimetilpirazin çalışmamızdaki kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin tamamında çıkarken, (6-metil-2-pirazinil)-1-etanon bileşiği kavrulmuş çeşitlerden sadece Uşak yöresine ait susam tohumlarında belirlenmiştir. Park et al (2011)’de çiğ susam tohumlarında ve az kavrulmuş susam tohumlarında tiyazol ve tiyazolin grubu bileşenler saptanmamış, ancak 213 °C’de 21 dakika kavurma sonucunda ortaya çıkmışlardır. Aynı çalışmada çiğ susam tohumlarında furan grubu bileşenlerden sadece 2-pentil furan belirlenirken diğer furan grubu bileşenlerine üst kavurma derecelerinde saptanmıştır. Benzer şekilde çalışmamızda kullanılan kavrulmuş susam tohumlarında tiyazol ve tiyazolin grup bileşenlerin çıkmamasının çeşit farklılığının yanı sıra kavurma derecesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Xu- Yan et al. (2012) tarafından gerçekleştirilen ve kavrulmuş siyah, kahverengi ve beyaz susam tohumlarından elde edilen yağlardaki uçucu bileşenlerin SPME/GC-MS tekniği ile analizlendiği bir çalışmada **pirazinler** (1-metil-pirazin, 2,5-dimetil pirazin, 2-etil-6 metilpirazin, 2-etil-5-metilpirazin, trimetilpirazin, asetilpirazin, 3-metil-2-pirazinilmetanol, 3-etil-2,5-dimetil-pirazin, 2-asetil-3-metilpirazin, 1-metilpirol[1,2-a]pirazin); **piroller** (1H-pirol-2-karboksialdehit, 1-(1H-pirol-2il)-etanon, 3,4-dimetil-1H-pirol-2-karboksialdehit, 2,3-dihidro-3,5-dihidroksi-6-metil-4H-piran-4-on, 1-metil-1H-pirol-2-karboksialdehit); **furanlar** (2-furanmetanol, 2-furfuriltiyol, 5-metil-2-furankarboksialdehit, 2-pentilfuran); **piridinler** (4-asetilpirimidin, 3-piridinol); **asitler** (hegzanoik asit, nonanoik asit, benzen karboksilik asit, oktanoik asit, n-dekanoik asit, dodekanoik asit, tetradekanoik asit, (E)-9-oktadekenoik asit); **alkoller ve fenoller** (2-metoksi-fenol, 2-metoksi-4-vinilfenol, 1,3-benzodioksol-5-ol, 1-dodekanol, 1-dodeken-3-ol); **aldehitler** (benzenasetaldehit, nonanal, sikloandekanon, (E)-2-dekenal, alfa-etiliden-benzenasetaldehit, (E,E)-2,4-dekadienal, 2-andekenal, 7,9-di-tert-bütil-1-okzaspiro(4,5)deka-6,9-diene-2,8-dion ve **diğer bileşenler** olmak üzere 51 adet uçucu bileşen tanımlanmıştır. Söz konusu çalışmada, çalışmamızla benzer olarak kavurma işlemiyle pirazinlerin arttığı alkollerin ise azaldığı saptanmıştır. Çalışmada saptanan bileşenlerden “2,5-dimetil-pirazin, 3-etil 2,5-dimetilpirazin” çalışmamızda kullanılan kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinin tamamında, “2-pentil furan” çiğ ve kavrulmuş susam tohumlarının tamamında , “2-metoksi-4-vinilfenol” ve “benzenasetaldehit” kavrulmuş susam tohumlarının tamamında, “nonanal” çiğ susam tohumlarının tamamında saptanmıştır.

Tescilli ve yöresel çiğ susam tohumu örneklerinin tamamı bir arada değerlendirildiğinde (bkz. izelge 4.5 ve çizelge 4.6) LPA analizi sonucunda ortak olarak belirlenen lezzet karakterleri bitkisel yağ, ayçekirdeği, toprak, acı, ekşi, odun, ot ve fındık-fıstık’tır. Bunların dışında 5 adet tescilli susam tohumu çeşidinde ve 2 adet yöresel çeşitte (Kepsut 99, Tanas, Sarısu, Muganlı 57, Arslanbey, Fethiye ve Uşak) meyvemsi-tatlı karakteri; 2 adet tescilli çeşitte (Tan 99 ve Cumhuriyet 99) çiçek karakteri ve 1 adet tescilli çeşitte (Kepsut 99) mısır lezzeti saptanmıştır. Çiğ susam tohumlarında en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri Kepsut 99, Cumhuriyet 99 ve Arslanbey çeşidinde ayçekirdeği, Tanas

çeşidinde ve Antalya, Fethiye yöresel çeşitlerinde bitkisel yağ; Tan 99, Sarısu ve Özberk 82 çeşidinde ve Uşak yöresi çeşitlerinde toprak; Orhangazi 99, Osmanlı 99, Birkan, Muganlı 57, Boydak ve Hatipoğlu çeşitlerinde ise odun; Adana yöresine ait susam tohumlarında ise ot ve toprak karakteri olmuştur.

Tescilli ve yöresel kavrulmuş susam tohumu örneklerinin tamamı bir arada değerlendirildiğinde (bkz. çizelge 4.9 ve çizelge 4.10) LPA analizi sonucunda ortak olarak belirlenen lezzet karakterleri kavrulmuş, bitkisel yağ, acı, toprak, odun, ekşi, fındık-fıstık karakterleri olmuştur. Ortak lezzet karakterleri dışında 10 adet tescilli çeşitte (Arslanbey, Hatipoğlu, Boydak hariç) ve tüm yöresel çeşitlerde yeşil; sadece 1 çeşitte (Kepsut 99) mısır; 2 adet tescilli çeşitte (Boydak ve Hatipoğlu) sabunumsu-okside; Antalya yöresine ait örneklerde tahin, Uşak yöresine ait örneklerde is karakteri algılanmıştır. Kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde en yoğun olarak algılanan lezzet karakteri Kepsut 99, Tan 99, Sarısu, Osmanlı 99, Muganlı 57, Özberk 82, Arslanbey çeşitlerinde ve Adana, Uşak yöresinde kavrulmuş; Tanas, Cumhuriyet 99, Orhangazi 99, Birkan çeşitlerinde ve Fethiye yöresinde fındık-fıstık; Boydak ve Hatipoğlu çeşitlerinde ve Antalya yöresinde ise bitkisel yağ olmuştur.

Yöresel ve tescilli susam tohumu örneklerinde kavurma işlemiyle bitkisel yağ, acı, toprak, odun, ekşi, fındık-fıstık, mısır karakterlerine ek olarak kavrulmuş, yeşil, sabunumsu-okside, tahin ve is karakterlerinin oluştuğu, ayçekirdeği, ot, meyvemsi-tatlı, çiçek karakterlerinin ise kaybolduğu gözlenmiştir.

Çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen uçucu bileşenler, duyuşal terim karşılıkları ve LPA ile saptanan lezzet karakterleri Çizelge 4.12’de verilmektedir. Söz konusu çizelgeden görüldüğü gibi çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerinde LPA tekniğı ile saptanan lezzet karakterlerinden kavrulmuş, bitkisel yağ, toprak, odun, ekşi, fındık-fıstık, mısır, yeşil, ot, meyvemsi-tatlı, çiçek karakterlerinin susam tohumunda saptanan uçucu bileşenlerin aynı çizelgede belirtilen ve literatürden bulunan duyuşal terim karşılıkları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12. Çiğ ve kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen uçucu bileşenler, duyuşal terim karşılıkları ve LPA ile saptanan lezzet karakterleri

Bileşen Grup	Uçucu bileşenler	Literatürde bulunan duyuşal terim karşılıkları*	LPA ile saptanan lezzet karakterleri
Terpen	dl-limonen	turuncgil, portakal, taze, tatlı	meyvemsi-tatlı
	1,3,6-oktatrien	turuncgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğimsi, otumsu	yeşil, odun, çiçek, ot
	trans- α -bergamoten	odunumsu, sıcak, çay,	Odun
	α -pinen	taze, tatlı, çamımsı, toprağımsı,	toprak, meyvemsi-tatlı
Aldehit	hegzanal	yeşil, odunumsu, sebze benzeri, yağlı, aldehit otumsu, tatlımsı, meyvemsi	yeşil, odun, bitkisel yağ ot, meyvemsi-tatlı
	nonanal	çamımsı, çiçeğimsi, turuncgil, yeşil	çiçek, yeşil
	2-heptanal	yağlı, yeşil, keskin, meyvemsi	bitkisel yağ, yeşil, meyvemsi-tatlı
	n-oktanal	mumsu, aldehit, yağlı, yeşil, turuncgil	bitkisel yağ, yeşil
	2-metil-bütanal	benzin kokusu	
	benzenasetaldehit	yeşil, çiçeğimsi, gül benzeri	yeşil, çiçek
Pirazin	2-metilpirazin	findığımsı, fıstığımsı, kakao, yeşil, kavrulmuş	findık-fıstık, yeşil, kavrulmuş
	2-etil-3-metilpirazin	findığımsı, fıstığımsı, mısır	findık-fıstık, mısır
	3-etil-2,5-dimetilpirazin	findığımsı, çikolata, kavrulmuş	findık-fıstık, kavrulmuş
	dimetil-2-vinilpirazin	findığımsı	findık-fıstık
	3,5-dietil-2-metilpirazin	küflü, toprağımsı, patates	Toprak
	2,5-dimetilpirazin	findığımsı, fıstığımsı, toprağımsı, küflü	findık-fıstık, toprak
	(6-metil-2-pirazinil)-1-etanon	kavrulmuş, kahve, kakao, patlamış mısır	kavrulmuş, mısır
Alkan	1-andekan	-	
	dodekan	Alkan	
Asit	dekanedioik asit		
	bütanoik asit	keskin, sirke, peynirimsi, tereyağ, meyvemsi	ekşi, meyvemsi-tatlı
Alkol	1-hegzanol	yeşil, meyvemsi, keskin, yağlı, eterik	yeşil, meyvemsi-tatlı, bitkisel yağ
Furan	2-pentil furan	meyvemsi, yeşil, toprağımsı, metalik	meyvemsi-tatlı, yeşil, toprak
Fenol	2-metoksi-4-vinil fenol	odunumsu, taze, kavrulmuş, fıstığımsı	odun, kavrulmuş, findık-fıstık
Sülfür	dimetil sülfür	kükürtümsü, tatlı, mısır, sebze benzeri, lahana, domates, yeşil	meyvemsi-tatlı, mısır, yeşil

*Leffingwell and Alford, 2005; Pavlovic et al., 2007; Aida et al., 2008; Jerkovic et al., 2011; Jerkowic et al., 2012; Rodrigues et al., 2012; Chemical Book, 2015; ChemSpider, 2015; Leffingwell et al., 2015; National Institute of Standards and Technology, 2015; The Good Scents Company, 2015

Çizelge 4.12'den bu çalışmada LPA tekniğı ile susam tohumu örneklerinde belirlenmiş olan ayçekirdeğı, sabunumsu-okside, tahin, is ve acı gibi bazı karakterlerin SPME/GC/MS yöntemi ile saptanan uçucu bileşenlerin literatürdeki duyuşal terim karşılıkları ile uyumlu olmadığı gözlenmektedir. Bu durumun bir uçucu bileşenin tek başına gösterdiği etkinin, gıda içerisinde diğer bileşenlerle

etkileşim halinde iken gösterdiği etki ile benzer olmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.5. Çiğ Susam Tohumu Örneklerine Uygulanan Yağ Asitleri Analizine Ait Bulgular

4.5.1. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin yağ asitleri analizine ait bulgular

Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin Gaz Kromatografisi yöntemiyle belirlenen yağ asitleri kompozisyonları ve yüzde alanları çizelge 4.13’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.13. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonları ve yüzde alanları

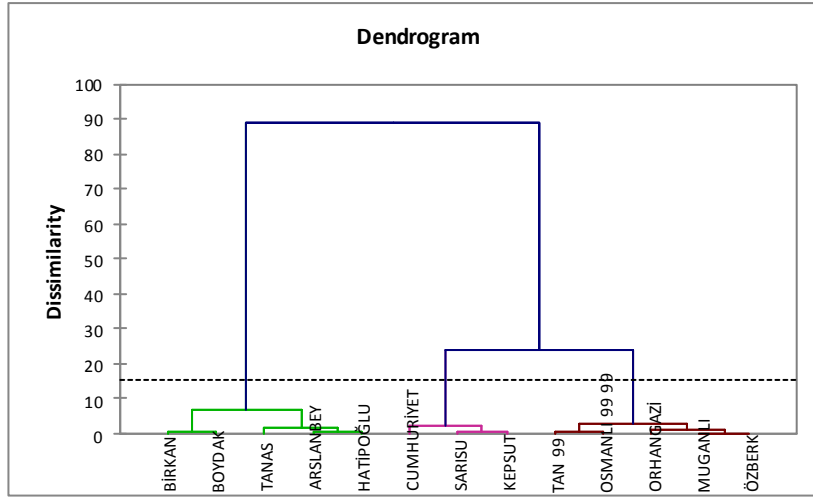
Çeşitler	Yağ Asitleri (% Alan)				
	C16:0 Palmitik asit	C18:0 Stearik asit	C18:1 Oleik asit	C18:2 Linoleik asit	C18:3 Linolenik asit
Tan 99	9.42±0.05	5.16±0.10	40.73±0.10	44.09±0.04	0.59±0.01
Osmanlı 99	8.94±0.02	5.83±0.06	40.71±0.05	43.88±0.01	0.65±0.01
Orhangazi 99	8.56±0.05	5.74±0.08	42.28±0.22	42.88±0.16	0.54±0.15
Muganlı 57	9.55±0.03	5.16±0.06	41.77±0.24	42.96±0.13	0.56±0.02
Tanas	10.01±0.07	5.51±0.09	42.92±0.18	41.05±0.09	0.52±0.11
Sarısu	9.04±0.01	4.91±0.06	39.26±0.15	46.21±0.11	0.58±0.01
Özberk 82	9.48±0.03	5.29±0.08	41.39±0.35	43.23±0.25	0.60±0.02
Birkan	9.31±0.54	5.69±0.14	45.42±1.00	38.95±1.37	0.62±0.02
Kepsut 99	9.25±0.02	5.19±0.08	39.75±0.13	45.20±0.08	0.61±0.01
Cumhuriyet 99	8.88±0.32	5.30±0.01	38.21±0.86	47.03±1.17	0.59±0.01
Arslanbey	8.91±0.03	5.50±0.05	43.49±0.15	41.51±0.08	0.59±0.01
Hatipoğlu	8.64±0.03	5.69±0.07	44.08±0.08	41.00±0.02	0.59±0.01
Boydak	8.81±0.52	5.89±0.29	44.82±1.15	39.88±1.36	0.60±0.02

Çizelge 4.13’den görüldüğü gibi tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit saptanmıştır. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde yağ asidi konsantrasyonlarının palmitik asit

için % 8.56-10.01, stearik asit için % 4.91-5.83, oleik asit için % 38.21-45.42, linoleik asit için % 38.95-47.03 ve linolenik asit için % 0.52-0.65 aralıklarında değiştiği belirlenmiştir. Tescilli çığ susam tohumlarında en yoğun olarak bulunan yağ asidi Tanas, Birkan, Arslanbey, Hatipoğlu, Boydak çeşitlerinde oleik asit iken; Tan 99, Osmanlı 99, Orhangazi 99, Muganlı 57, Sarısu, Özberk 82, Kepsut 99, Cumhuriyet 99 çeşitlerinde linoleik asit olarak belirlenmiştir. Tescilli çığ susam tohumu çeşitlerinin tamamında en az miktarda bulunan yağ asidi ise linolenik asit olarak saptanmıştır.

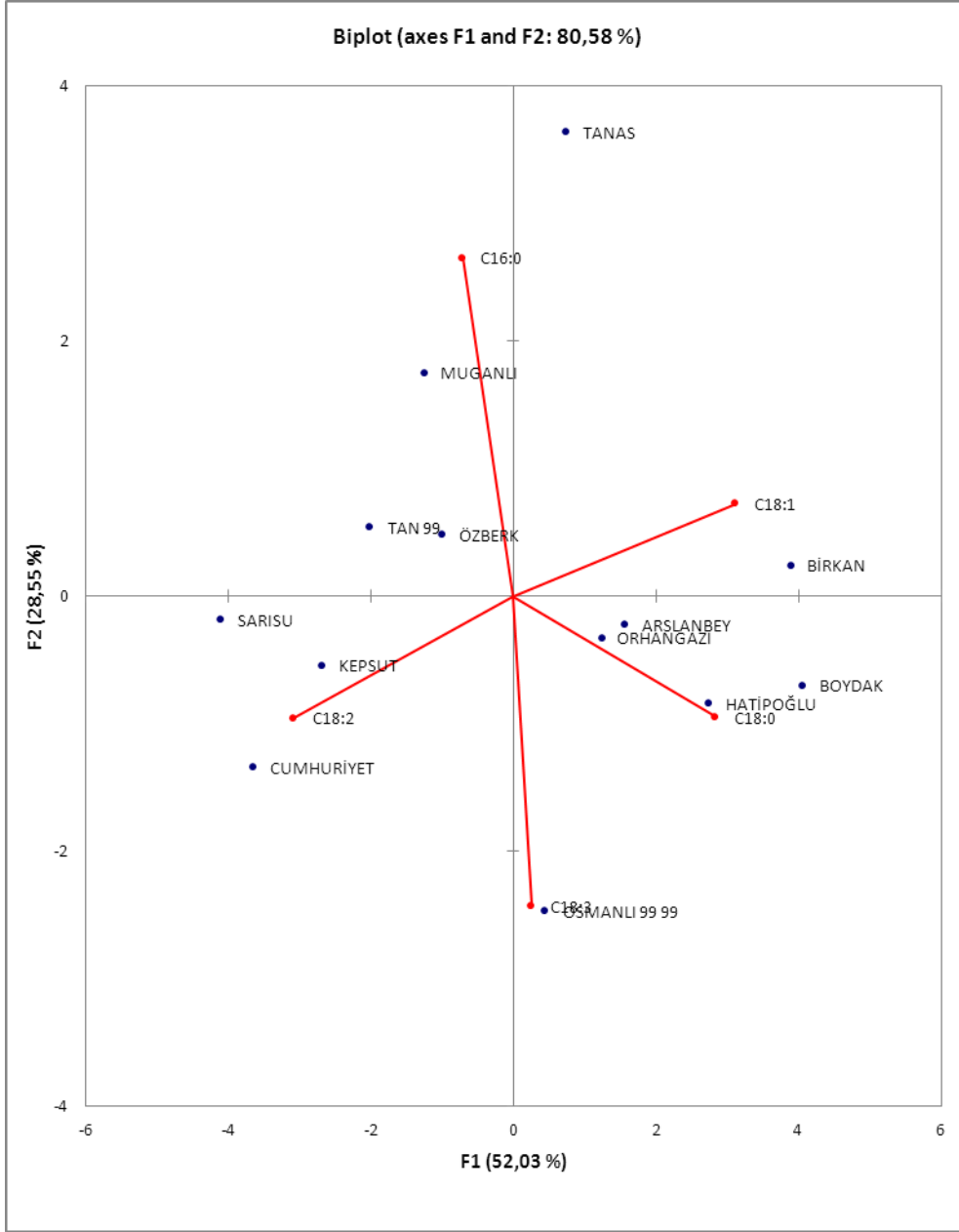
Tescilli çığ susam tohumu çeşitlerinde belirlenen yağ asitlerine ait yüzde alanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit yağ asitleri açısından çeşitler arasında önemli düzeyde farklılık bulunduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Söz konusu yağ asitlerinin farklılık derecesinin belirlenmesi amacıyla uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre palmitik asit en yoğun olarak Tanas; stearik asit-Osmanlı 99, Orhangazi 99 ve Boydak; oleik asit- Birkan; linoleik asit- Cumhuriyet 99; linolenik asit ise Osmanlı 99 çeşitlerinde saptanmıştır ($p < 0.05$) (Ek 48).

Tescilli çığ susam tohumları arasındaki ilişkileri göstermek amacıyla örneklerde belirlenen yağ asitlerine ait yüzde alanlar kullanılarak Cluster (kümeleme) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluştuğu saptanmıştır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Tescilli çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak yağ asitlerine göre gruplandırılması

Şekil 4.21’den görüldüğü gibi Birkan, Boydak, Tanas, Arslanbey ve Hatipoğlu çeşitleri bir grup oluştururken, diğer grupta Cumhuriyet 99, Sarısu ve Kepsut 99 çeşitlerinin bulunduğu ve bu grubun yakınında çok benzer olmasa da Tan 99, Osmanlı 99, Orhangazi 99, Muganlı 57 ve Özberk 82 çeşitlerinin bulunduğu görülmektedir. Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin belirlenmesi için örneklere PCA analizi uygulanmış ve sonuçta toplam varyasyonun % 52.03, % 28.55, % 14.61 ve % 4,81’ini oluşturan ve sırasıyla F1, F2, F3 ve F4 olmak üzere 4 temel bileşen elde edilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinin ortak yağ asitlerine ait biplot diyagramı

F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramında görüldüğü gibi Birkan, Boydak, Tanas, Arslanbey, Hatipoğlu çeşitlerini diğer susam tohumlarından ayıran en önemli yağ asitlerinin stearik ve oleik asit olduğu gözlenmiştir. Cumhuriyet 99, Sarısu ve Kepsut 99 çeşitlerinin diğerlerinden ayrılmasında ise linoleik asidin etkili olduğu görülmektedir. Tan 99, Osmanlı 99, Orhangazi 99, Muganlı 57 ve Özberk 82 çeşitleri için palmitik ve linolenik asidin önemli olduğu düşünülmektedir.

4.5.2. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asitleri analizine ait bulgular

Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin Gaz Kromatografisi yöntemiyle belirlenen yağ asidi kompozisyonları ve yüzde alanları çizelge 4.14'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asidi kompozisyonları ve yüzde alanları

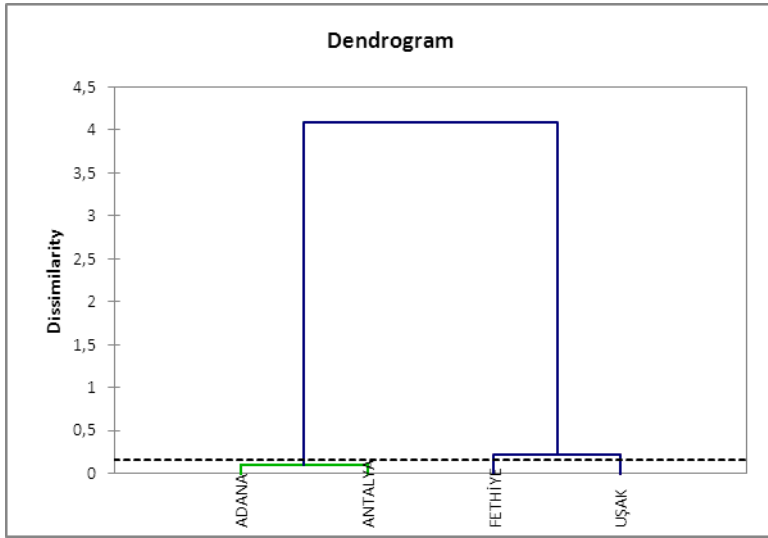
Çeşitler	Yağ Asitleri(% alan)				
	C16:0 (Palmitik asit)	C18:0 (stearik asit)	C18:1 (oleik asit)	C18:2 (linoleik asit)	C18:3 (linolenik asit)
Adana	9.35±0.01	5.19±0.07	43.70±0.11	41.20±0.01	0.56±0.02
Antalya	8.99±0.10	5.40±0.13	43.66±0.26	41.38±0.23	0.57±0.01
Fethiye	9.16±0.02	5.48±0.09	42.39±0.17	42.40±0.05	0.57±0.01
Uşak	9.23±0.01	5.70±0.09	41.82±0.22	42.65±0.14	0.61±0.01

Çizelge 4.14'den görüldüğü gibi Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinde palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit saptanmıştır. Yöresel çiğ susam tohumu çeşitlerinde yağ asidi konsantrasyonlarının palmitik asit için % 8.99-9.35, stearik asit için % 5.19-5.70, oleik asit için %41.82-43.70, linoleik asit için %41.20-42.65, linolenik asit için %0.56-0.61 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Söz konusu örneklerde en yoğun bulunan yağ asitlerinin Adana ve Antalya yörelerinde oleik asit, Fethiye ve Uşak yörelerinde ise linoleik asit olduğu gözlenmiştir. Yöresel çeşitlerin tamamında en az miktarda bulunan yağ asidinin ise linolenik asit olduğu belirlenmiştir.

Çiğ yöresel susam tohumu örneklerinde belirlenen yağ asitlerinin yüzde alanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit açısından yöreler arasında önemli düzeyde farklılık bulunduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Söz konusu yağ asitlerinin farklılık derecelerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre palmitik asitin en yoğun olarak Adana; stearik ve linolenik asitlerin Uşak; oleik

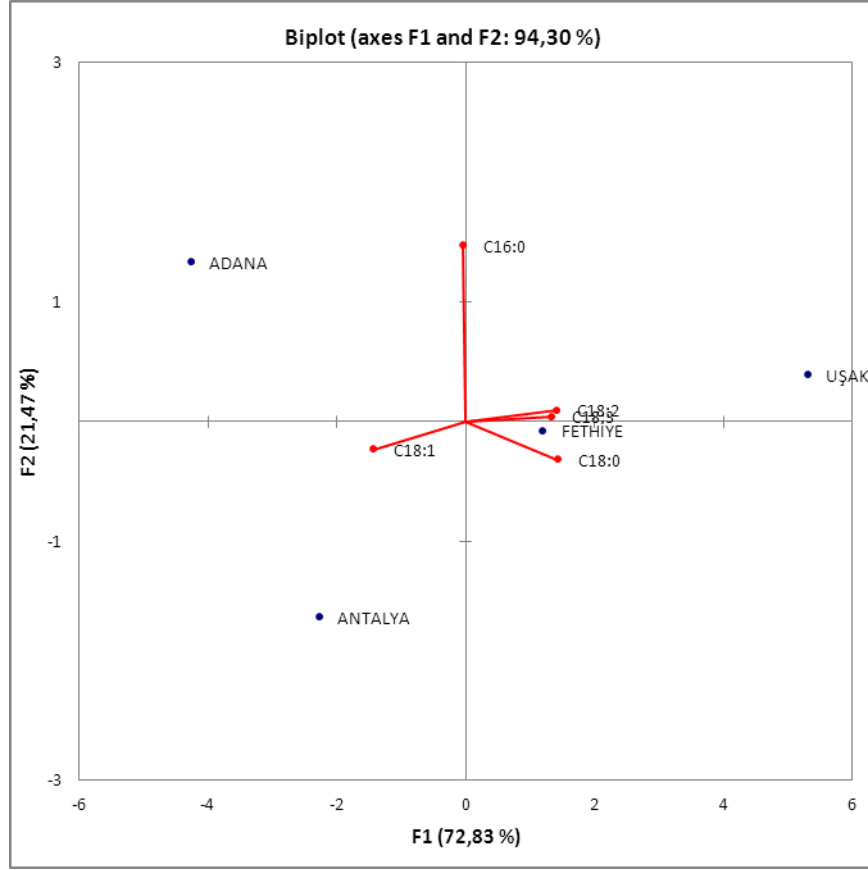
asitin Adana ve Antalya; linoleik asitin ise Fethiye ve Uşak örneklerinde bulunduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 49).

Çiğ yöresel susam tohumları arasındaki ilişkileri göstermek amacıyla örneklerde belirlenen yağ asitlerine ait yüzde alanlar kullanılarak Cluster (kümeleme) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Cluster analizi sonucunda iki ana grup olduğu saptanmıştır (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin Cluster (kümeleme) analizi ile ortak yağ asitlerine göre gruplandırılması

Şekil 4.23'den görüldüğü gibi Adana ve Antalya yöresine ait örnekler bir grup oluştururken, Fethiye ve Uşak yöresine ait örnekler ise ayrı bir grup oluşturmuştur. Bu grupların oluşumunda etkili olan bileşenlerin belirlenmesi için örneklere PCA analizi uygulanmış ve sonuçta toplam varyasyonun % 72.83, % 21.47, % 5.70'ini oluşturan ve sırasıyla F1, F2 ve F3 olmak üzere 3 temel bileşen elde edilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Türkiye'nin farklı yörelerinden temin edilen çiğ susam tohumu örneklerinin ortak yağ asitlerine ait biplot diyagramı

F1 ve F2 temel bileşenleri kullanılarak çizilen biplot diyagramda görüldüğü gibi Uşak ve Fethiye yöresi susam tohumlarını diğer yörelere ait susam tohumlarından ayıran en önemli yağ asitlerinin stearik (C18:0), linoleik (C18:2) ve linolenik asit (C18:3) olduğu gözlenmektedir. Antalya ve Adana yöresi susam tohumları için ise palmitik (C16:0) ve oleik asit (C18:1) önemli olduğu saptanmıştır (Şekil 4.24).

4.5.3. Çalışmada incelenen çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asidi kompozisyonlarına ait bulguların literatür ile karşılaştırılması

Çalışmamızda incelenen tescilli çiğ susam tohumu çeşitleri ve Türkiye'nin 4 farklı yöresinden temin edilen çiğ susam tohumu örnekleri bir arada değerlendirildiğinde yağ asitleri kompozisyonunun genel olarak palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitlerden oluştuğu belirlenmiştir. Çalışmamızda

kullanılan susam tohumu örneklerinin tamamında söz konusu yağ asidi konsantrasyonlarının palmitik asit için % 8.56-10.01, stearik asit için % 4.91-5.83, oleik asit için % 38.21-45.42, % linoleik asit için 38.95-47.03 ve linolenik asit için % 0.52-0.65 arasında değiştiği saptanmıştır. Baydar (1999) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Türkiye'nin farklı bölgelerinde (Marmara, Ege, Güneydoğu Anadolu) yetiştirilen susam tohumlarında % 9.1-9.7 palmitik asit, % 4.2-4.8 stearik asit, % 43.2-45.3 oleik asit, % 39.5-42.4 linoleik asit; Uzun et al. (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Antalya'da yetiştirilmiş determinant ve indeterminant susam genotipinden oluşan susam tohumu çeşitlerinde % 8.7-13.8 palmitik asit, % 2.1-6.2 stearik asit, % 35.9-46.7 oleik asit, % 38.0-47.6 linoleik asit ve % 0.1-0.32 araşidik asit; Dıraman ve Hışıl (2003) tarafından GC analizinde farklı polaritede iki kapiler kolon kullanarak gerçekleştirilen çalışmada susam tohumu yağında % 8.80-9.12 palmitik asit, % 6.28-6.30 stearik asit, % 43.54-50.37 oleik asit, % 33.13-36.16 linoleik asit, % 0.32 linolenik asit, % 0.7 araşidik asit ve iz miktarlarda miristik asit (% 0.01), margarik asit (% 0.08), margoleik asit (% 0.04-0.05), eikosenoik asit (gadoleik asit) (% 0.21- 0.23); Baydar (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde geliştirilen susam tohumu örneklerinde % 8.7-14.5 palmitik asit, % 3.6-6.1 stearik asit, % 38.5-44.5 oleik asit, % 39.8-43.4 linoleik asit; Ünal and Yalçın (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Türkiye'de (Antalya, İzmir- Bornova, Menemen) yetiştirilen Muganlı 57, Özberk 82 ve Çamdibi çeşidi susam tohumlarında, % 8.32-9.44 palmitik asit, % 4.93-5.76 stearik asit, % 40.62-42.42 oleik asit, % 41.67-44.36 linoleik, % 0.56-0.60 linolenik asit, % 0.60-0.69 araşidik asit ve iz miktarlarda miristik asit (% 0.02-0.03), palmitoleik asit (% 0.11-0.14), eikosenoik asit (gadoleik asit) (% 0.01-0.07); Nzikou et al. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Kongo'nun Brazzaville ilinde yetiştirilmiş susam tohumlarında % 8.66-8.49 palmitik asit, % 5.45-5.43 stearik asit, % 38.86- 38.81 oleik asit , % 46.18-46.34 linoleik asit,% 0.85-0.94 araşidik asit; Şimşek (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada çiğ susam tohumlarında % 9.56 palmitik asit , % 5.5 stearik asit, % 36.82 oleik asit, % 42.7 linoleik asit ve %1'den küçük olmak üzere linolenik asit; Cürat (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Kilis ve yöresinde yetiştirilen yerel susam tohumlarında % 7.83-9.46 palmitik asit, % 5.40-6.09 stearik asit, % 43.51-49.05 oleik asit, % 36.10-39.80 linoleik asit ve % 0.31-0.57 araşidik asit; Bhunia et al.

(2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Hindistan'ın yerel susam tohumlarında % 10-22 palmitik asit, % 5-10 stearik asit, % 38-50 oleik asit, % 18-43 linoleik asit ve % 1'den az olmak üzere linolenik asit belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen bulgular ile ilgili literatür çalışmalarındaki bulgular karşılaştırıldığında yağ asitleri kompozisyonlarının genel olarak benzer olduğu gözlenmektedir. Söz konusu çalışmalarda görüldüğü gibi susam tohumlarının yağ asitleri kompozisyonunu büyük oranda palmitik, stearik, oleik, linoleik asit oluşturmaktadır. Çalışmaların bazılarında bu yağ asitlerine ek olarak %1'den küçük olmak üzere linolenik asit, araşidik asit ve iz miktarlarda miristik asit (% 0.01), margarik asit (% 0.08), margoleik asit (% 0.04-0.05), eikosenoik asit (gadoleik asit) gibi yağ asitleri belirlenmiştir. Bunun yanısıra çalışmamızda belirlenen yağ asidi yüzdeleri ile literatürdeki çalışmalarda belirtilen yüzdeler arasında farklılıklar olduğu da anlaşılmaktadır. Susam tohumlarının yetiştirildiği bölgenin enlem derecesi, lokasyonu, iklim ve toprak özellikleri; susam tohumlarının ekim zamanı; tohumun genetik özellikleri ve tohum rengi gibi morfolojik özellikleri yağ asidi kompozisyonunu ve miktarını etkilediği bilinmektedir (Baydar, 1999; Karaca ve Aytaç, 2007). Çalışmamızda elde edilen bulgular ile söz konusu literatürdeki farklılıkların susam tohumlarının yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak koşullarının farklı olması ve farklı susam tohumu çeşitlerinin genetik özelliklerinin de farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada çiğ ve kavrulmuş formlardaki tescilli ve yöresel susam tohumu örneklerinin uçucu bileşenlerinin SPME/GC/MS yöntemi ile belirlenmesinde SPME için en uygun izolasyon koşullarının örneklerin blok ısıtıcıda 70 °C sıcaklıkta 40 dakika süre ile bekletilmesi ile gerçekleştiği saptanmıştır. Bu amaçla kullanılacak en uygun fiberin DVB/CAR/PDMS faz kaplanmış ergimiş silika olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada incelenen susam tohumu örneklerinin toplam uçucu bileşen adetlerinin tescilli çiğ susam tohumlarında 12-16 arasında; yöresel çiğ susam tohumlarında ise 12-13 arasında değiştiği saptanmıştır. En fazla uçucu bileşenin tescilli susam tohumu grubundan Boydak ve Özberk 82 (16 adet) örneklerinde bulunduğu belirlenmiştir.

Çiğ susam tohumlarının uçucu bileşenleri gruplandırıldığında, genel olarak çiğ susam tohumunun lezzetini büyük oranda, alkol (1-hegzanol), terpen ve aldehit grubu bileşenlerin oluşturduğu gözlenmiştir. Tescilli çeşitlerde alkol oranlarının iz - % 48.20 (en fazla Muganlı 57 çeşidinde); terpen oranlarının % 7.84-23.23 (en fazla Hatipoğlu çeşidinde) ve aldehit oranlarının iz-% 43.34 (en fazla Cumhuriyet 99 çeşidinde) arasında değiştikleri gözlenmiştir. Yöresel çiğ çeşitlerde alkol oranları (1-hegzanol) % 9.45-16.87 (en fazla Fethiye yöresi); terpen oranları % 12.60-26.25 (en fazla Fethiye yöresi) ve aldehit oranlarının % 25.88-33.88 (en fazla Uşak yöresinde) arasında değiştikleri saptanmıştır.

Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde ortak bileşenler olarak hegzanal (yeşil, odunumsu, sebze benzeri, yağlı, aldehit otumsu, tatlımsı, meyvemsi), 1-hegzanol (yeşil, meyvemsi, keskin, yağlı, eterik), 2-pentil furan (meyvemsi, yeşil, toprağımsı, metalik), dl-limonen (turunçgil, portakal, taze, tatlı), 1,3,6-oktatrien (turunçgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğımsi, otumsu), nonanal (çamımsı, çiçeğımsi, turunçgil, yeşil), bütanoik asit (keskin, sirke, peynirimsi, tereyağ, meyvemsi), trans- α -bergamoten (odunumsu, sıcak, çay), dekanedioik asit saptanmıştır. Yöresel örneklerdeki ortak bileşenlerin “bütanoik” asit dışında tescilli çeşitlerle aynı olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada incelenen kavrulmuş susam tohumu örneklerinin toplam uçucu bileşen adetlerinin tescilli kavrulmuş susam tohumlarında 19-24 arasında; yöresel kavrulmuş susam tohumlarında ise 18-21 arasında değiştiği saptanmıştır. En fazla uçucu bileşenin tescilli örneklerden Boydak çeşidinde bulunduğu (24 adet) belirlenmiştir.

Susam tohumu örneklerinde kavurma işlemi sonrasında terpen ve alkol grubu bileşenlerin azaldığı ve bazı çeşitlerde (kavrulmuş yöresel çeşitler) alkol grubu bileşenlerin kaybolduğu saptanmıştır. Kavurma işlemiyle çiğ örneklerde bulunmayan fenol (2-metoksi-4-vinil fenol) ve pirazin grubu bileşenlerin olduğu da belirlenmiştir. Tescilli çeşitlerde alkol oranlarının iz-% 3.63 (en fazla Boydak); terpen oranlarının % 0.67-9.08; pirazin oranlarının % 27.33-83.49 arasında değiştiği saptanmıştır. Kavurma işlemi ile örneklerdeki aldehit oranları Kepsut 99, Tanas, Arslanbey, Muganlı 57, Osmanlı 99, Boydak, Birkan çeşitlerinde artarken diğer çeşitlerde azalmıştır. Tescilli kavrulmuş çeşitlerdeki aldehit miktarının iz- % 26.96 arasında değiştiği gözlenmiştir. Yöresel örneklerde kavurma işlemi ile 1-hegzanol (alkol) bileşeninin kaybolduğu saptanmıştır. Söz konusu örneklerdeki terpen oranlarının % 1.85-4.58; pirazin oranlarının % 71.36-78.48 arasında değiştiği gözlenmiştir. Kavurma işlemi ile yöresel çeşitlerin tamamındaki aldehit miktarının azaldığı ve % 6.48-10.08 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde ortak bileşenler olarak hegzanal (yeşil, odunumsu, sebze benzeri, yağlı, aldehit otumsu, tatlımsı, meyvemsi), 2-metil bütanal (benzin kokusu), 2-metil pirazin (findığımsı, fıstığımsı, kakao, yeşil, kavrulmuş), 1-hegzanol (yeşil, meyvemsi, keskin, yağlı, eterik), 2,5-dimetil pirazin (findığımsı, fıstığımsı, toprağımsı, küflü), 2-pentil furan (meyvemsi, yeşil, toprağımsı, metalik), 2-etil-3-metil pirazin (findığımsı, fıstığımsı, mısır), 1,3,6-oktatrien (turunçgil, tropik, yeşil, odunumsu, çiçeğımsi, otumsu), benzenasetaldehit (yeşil, çiçeğımsi, gül benzeri), 3-etil-2,5-dimetil pirazin (findığımsı, çikolata, kavrulmuş), dimetil-2-vinil pirazin (findığımsı), 3,5-dietil-2metil pirazin (küflü, toprağımsı, patates), 2-metoksi-4-vinilfenol (odunumsu, taze, kavrulmuş, fıstığımsı), trans alfa bergamoten (odunumsu, sıcak, çay,),

dekanedioik asit saptanmıştır. Yöresel kavrulmuş örneklerdeki ortak bileşenlerin 1-hegzanol ve 2-metil bütanal dışında tescilli çeşitlerle aynı olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada LPA sonucunda tescilli ve yöresel çiğ çeşitlerde ortak olarak bitkisel yağ, ayçekirdeği, toprak, acı, ekşi, odun, ot ve fındık-fıstık karakterleri algılanmıştır. Kavurma işlemi sonrasında tescilli ve yöresel çeşitlerde ortak olarak kavrulmuş, bitkisel yağ, acı, toprak, odun, ekşi, fındık-fıstık, karakterleri algılanmıştır. Yöresel ve tescilli susam tohumu örneklerinde kavurma işlemiyle ortak lezzet karakterlerinden bitkisel yağ, acı, toprak, odun, ekşi, fındık-fıstık karakterlerine ek olarak kavrulmuş karakterinin olduğu, “ayçekirdeği” ve “ot” karakterlerinin kaybolduğu gözlenmiştir. Kavurma işlemiyle yöresel çeşitlerin tamamında ve 10 adet tescilli susam tohumu örneğinde “yeşil” karakter saptanmıştır.

Çiğ susam tohumu örneklerinin yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilen gaz kromatografisi analizi sonucunda örneklerde palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit olmak üzere 5 adet yağ asidi saptanmıştır. Tescilli ve yöresel susam tohumu örneklerinde genel olarak yağ asidi konsantrasyonlarının palmitik asit için % 8.56-10.01, stearik asit için % 4.91-5.83, oleik asit için % 38.21-45.42, linoleik asit için % 38.95-47.03 ve linolenik asit için % 0.52-0.65 arasında değiştiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Agyemang, D., Bardsley, K., Brown, S., Kraut, K., Psota-Kelty, L. and Trinnaman, L.,** 2011, Identification of 2-Ethly-4-Methyl-3-Thiazoline and 2-Isopropyl-4-Methyl-3- Thiazoline for the First Time in Nature by the Comprehensive Analysis of Sesame Seed Oil, *Journal of Food Science*, 76(3):385-391pp.
- Aida, W., Ho, W.M., Maskat, M.Y. and Osman, H.,** 2008, Relating Descriptive Sensory Analysis to Gas Chromatography/Mass Spectrometry of Palm Sugars Using Partial Least Squares Regression, *Asean Food Journal*, 15(1):35-45pp.
- Anonymous,** 2000, Determination of fatty acid composition in olive oils: Methylation Methods (Paragraph 5 in 2.301 IUPAC Method “For Preparation of the Fatty Acids Methyl Esters” or Paragraph 4 in Commission Regulation CEE/72/77) International Olive Oil Council Analytical Methods.
- Arioğlu, H., Kolsarıcı, Ö., Göksu A. T., Güllüoğlu L., Arslan M., Çalışkan S., Söğüt T., Kurt C. ve Arslanoğlu F.,** 2015, “Yağ Bitkileri Üretiminin Arttırılması Olanakları”, www.zmo.org.tr/resimler/ekler/0d3973ad100ad83_ek.pdf (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2015)
- Arslan, H., Hatipoğlu, H. ve Karakuş, M.,** 2014, Şanlıurfa Yöresinde Tarımı Yapılan Susam Genotiplerinden Seçilen Bazı Hatların İkinci Ürün Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1:109-116s.
- Ayaz, A.,** 2008, Yağlı Tohumların Beslenmemizdeki Yeri, T.C. Sağlık Bakanlığı, 727, Ankara, 27s.
- Başoğlu, F.,** 1987. Bazı soya çeşitlerinde elde edilen ham yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, *Gıda dergisi*, 12 (3):151-156s
- Baydar, H., ve Turgut, İ.,** 1999, Yağlı Tohumlu Bitkilerde Yağ Asitleri Kompozisyonunun Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere ve Ekolojik Bölgelere Göre Değişimi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1):81-86s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Baydar, H. ve Turgut, İ.**, 2000, Susam (*Sesamum Indicum L.*) Genetiği ve Islahı Üzerinde Araştırmalar I. Bitki Tipini Belirleyen Özelliklerin Kalıtımı, *Turkish Journal of Biology*, 24:503-512s.
- Baydar, H.**, 2005, Susamda (*Sesamum Indicum L.*) Verim, Yağ, Oleik ve Linoleik Tipi Hatların Tarımsal ve Teknolojik Özellikleri, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2):267-272s.
- Baydar, H.**, 2015, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, “Tarla Bitkilerine Giriş”, <http://ziraat.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/138/files/tarla-bitkilerine-giris-16112012.pdf> (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2015)
- Bhunia, K. R., Chakraborty, A., Kaur, R., Gayatri, T., Bhat, K. V., Basu, A., Maiti, M. K. and Sen, S. K.**, 2015, Analysis of Fatty Acid and Lignan Composition of Indian Germplasm of Sesame to Evaluate Their Nutritional Merits, *Journal of the American Oil Chemists. Society*, 92:65-76pp.
- Chem Spider**, 2015, "Search and Share Chemistry", <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.7838.htm> (Erişim tarihi: 5 Ağustos 2015)
- Chemical Book**, 2015, “Products”, <http://www.chemicalbook.com/> (Erişim tarihi: 5 Ağustos 2015)
- Cürat, D.**, 2010, Kilis ve Yöresinde Yetiştirilen Yerel Susam (*Sesamum Indicum L.*) Popülasyonlarının Biyolojik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis, 36s.
- Dıraman, H. ve Hışıl, Y.**, 2003, Gaz Kromatografisinde Farklı Polaritede İki Kapiler Kolon Kullanılarak Çeşitli Yağlardaki Yağ Asitlerinin Cis-Trans İzomerlerinin Analizi, *Gıda*, 28 (5):513-521s.
- FAO**, 2015, “Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division”, Food and Agriculture Organization, <http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx#ancor> (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2015).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- İşler, N.,** 2015, “Susam Yetiştiriciliği”, www.mku.edu.tr/getblogfile.php?keyid=953, Mustafa Kemal Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Hatay (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2015).
- Jerkovic, I., Marijanovic, Z.,Gugic M. and Roje M.,** 2011, Chemical Profile of the Organic Residue from Ancient Amphora Found in the Adriatic Sea Determined by Direct GC and GC-MS Analysis, *Molecules*, 16:7936-7948pp.
- Jerkowic, I., Sokac, D.G. Pavlovic, H., Marijanovic, Z., Gugic. M., Petrovic, I. and Kovac S.,** 2012, Volatile Organic Compounds from Centaurium erthraea Rafn (Croatia) and the Antimicrobial Potential of Its Essential Oil, *Molecules*,17:2058-2072pp.
- Karaca, E. ve Aytaç, S.,** 2007, Yağ Bitkilerinde Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler, *OMU Ziraat Fak. Dergisi*, 22(1):123-131 s
- Kendirci, P.,** 2008, Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Antepfıstığı Çeşitlerinin Lezzet Özelliklerinin Belirlenmesi ve Kavurma İşleminin Bu Özelliklere Etkisinin İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bornova-İzmir, 222s.
- Kouzui, H., Kubota, K. and Nakajima, S.,** 2002, Relationship Between The Volatile Components and The Aromatic Quality of Roasted Sesame Seed Oils, *Journal of Oleo Sciences*, 51(11):691-698pp.
- Leffingwell J.C. and Alford E.D.,** 2005, Volatile Constituents of Perique Tobacco, *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 4(2):899-915 pp.
- Leffingwell J. C., Alford E. D. and Leffingwell D.,** 2015, Volatile Constituent of Commercial Canned Pumpkin Puree (ex *Cucurbita moschata*) by Dynamic Headspace Analysis, *Leffingwell Reports*, 7(3):1-6pp.
- Morris J. B.,** 2002, Food, Industrial, Nutraceutical and Pharmaceutical Uses of Sesame Genetic Resources, Trends in New Crops and New Uses, J ASHS Press, Alexandria, Virginia, 153-156p

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nakamura, S., Nishimura, O., Masuda, H. and Mihara, S., 1989,** Identification of Volatile Flavor Components of the Oil From Roasted Sesame Seeds, *Agricultural and Biological Chemistry*, 53(7):1891-1899pp.
- National Institute of Standards and Technology, 2015,** NIST Chemistry Web Book, <http://webbook.nist.gov/> (Erişim tarihi: 5 Ağustos 2015).
- Nutrition and you, 2015,** Power Your Diet, “Sesame seeds nutrition facts”, <http://www.nutrition-and-you.com/sesame-seeds.html> (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2015)
- Nzikou, J. M., Matos, L., Bouanga-Kalou, G., Ndangui, C. B., Pambou-Tobi, N. P. G., Kimbonguila, A., Silou, Th., Linder, M. and Desobry, S., 2009,** Chemical Composition on the Seeds and Oil of Sesame (*Sesamum indicum L.*) Grown in Congo-Brazzaville, *Advance Journal of Food Science and Technology*, 1(1):6-11p.
- Onoğur, T. A. ve Elmacı, Y., 2011,** Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, 134s.
- Öz, M. ve Karasu A., 2010,** Bazı Susam (*Sesamun Indicum L.*) Çeşit ve Hatlarının Bursa koşullarında Performanslarının Belirlenmesi, Harran Üniversitesi *Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 14(2):21-27pp.
- Park, D. and Maga, J. A., 1997,** Sensory Evaluation of Crude Toasted Canola and Sesame Seed Oil, *Journal of Food Lipids*, 4:137-143pp.
- Park, M, H., Jeong, M, K., Yeo, J., Son, H., Lim, C., Hong, E. J., Noh, B. and Lee, J., 2011,** Application of Solid Phase-Microextraction (SPME) and Electronic Nose Techniques to Differentiate Volatiles of Sesame Oils Prepared with Diverse Roasting Conditions, *Journal of Food Science*, 76:80-87pp.
- Pavlovic, M., Petrovic S., Ristic, M., Maksimovic, Z. and Kovacevic, N., 2007,** Essential Oil of *Filipendula hexapetala*, *Chemistry of Natural Compounds* ,43(2):228-229pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rodrigues, C.I.I., Hanson C.M. and Nogueira, J.M.F.,** 2012, Coffees and Industrial Blends Aroma Profile Discrimination According to the Chromatic Value, *Coffee Science Lavras*, 7(2):167-176p.
- Schieberle, P.,** 1996, Odour-Active Compounds in Moderately Roasted Sesame, *Food Chemistry Journal Elsevier*, 55(2):145-152pp.
- Shimoda M., Shiratsuchi H., Nakada Y., Wu Y. and Osajima Y.,** 1996, Identification and Sensory Characterization of Volatile Flavor Compounds in Sesame Seed Oil, *J. Agric. Food Chem.*, 44:3909-3912pp.
- Shimoda M., Nakada Y., Nakashima M. and Osajima Y.,** 1997, Quantitative Comparison of Volatile Flavor Compounds in Deep-Roasted and Light-Roasted Sesame Seed Oil, *J. Agric Food Chem.*, 45:3193-3196pp.
- Soliman, M. M., Kinoshita, S. and Yamanishi, T.,** 1975, Aroma of Roasted Sesame Seeds, *Agricultural and Biological Chemistry*, 39(5):973-977pp.
- Şahin, G.,** 2014, Türkiye’de Üretimi Azalan Önemli Bir Yağ Bitkisi Susam, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(2):382-433s.
- Şimşek, E.,** 2009, Farklı Kavurma Tekniklerinin Bazı Yağlı Tohum Yağlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 67s.
- Tamura, H., Fujita, A., Steinhaus, M., Takahisa, E., Watanabe, H. and Schieberle, P.,** 2010, Identification of Novel Aroma-Active Thiols in Pan-Roasted White Sesame Seeds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58:7368-7375pp.
- Tamura, H., Fujita, A., Steinhaus, M., Takahisa, E., Watanabe, H. and Schieberle, P.,** 2011, Assessment of the Aroma Impact of Major Odor-Active Thiols in Pan-Roasted White Sesame Seeds by Calculation of Odor Activity Values, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* , 59:10211-10218pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tan, Ş. ve Kaya, G.,** 2000, Susam, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Sanayi Bitkileri Alt Komisyonu Raporu, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen/İzmir,11s
- Tan, A. Ş.,** 2007, Çiftçi Broşürü, Susam Tarımı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, ETAE Matbaası, İzmir, 11s.
- The Good Scents Company,** 2015, The Good Scents Company Information System, www.thegoodscentscompany.com/ (Erişim tarihi 2 Ağustos 2015)
- Tunde-Akintunde T. Y., Oke M. O. and Akintunde B. O.,** 2012, Sesame Seed, Hard cover, China, 184p. <http://www.intechopen.com/books/oilseeds/sesameseed> (Erişim tarihi 2 Ağustos 2015)
- TÜİK,** 2015, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2015)
- USDA,** 2015, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release, Basic Report: 12023, Seeds, Sesame Seed, Whole, <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3652> (Erişim tarihi: 2 Ağustos 2015)
- Uzun, B., Ülger, S. ve Çağırğan, M. İ.,** 2002, Comparison of Determinate and Indeterminate Types of Sesame for Oil Content and Fatty Acid Composition, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26:269-274p.
- Ünal, M. K. and Yalçın, H.,** 2008, Proximate Composition of Turkish Sesame Seeds and Characterization of Their Oils, *Grasas Y Aceites Journal*, 59 (1):23-26pp.
- Vijay, R., Sharmila, K, P., Bekal, M, P., Sucheta, K, N. and Pushpalatha, K, C.,** 2015, Evaluation of Phytochemical Constituents and Fatty Acid Content in Sesamum Indicum L., *Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 3(1):84-90pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Xu-Yan, D., Ping-Ping, L., Fang, W., Mu-lan, J., Ying-Zhong, Z., Guang-Ming, L., Hong, C. and Yuan-Di Z., 2012, The Impact of Processing on the Profile of Volatile Compounds in Sesame Oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114:277-286pp.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Denizli’de doğdu. Denizli Lisesi’nden 2002 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne girdi. Bir yıl sonra Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne yatay geçiş yaptıktan sonra 2006 yılı Güz döneminde Erasmus Öğrenci Değişim Programı ile Yunanistan’daki “Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki” Üniversitesinde 1 dönem eğitim aldı. 2007 yılında lisans eğitimini Süleyman Demirel Üniversitesi’nde tamamladıktan sonra aynı yıl Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisansa başladı. 2010 yılında “Ayranın Konjuge Linoleik Asit Miktarına Laktik Destek Kültür Kullanımının Etkisi” konulu tez çalışmasını tamamladıktan sonra 2011 yılında Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında araştırma görevlisi olarak atandı. Bir süre Gümüşhane’de görev yaptıktan sonra aynı yıl Ege Üniversitesi’nde doktora eğitimine başladı. Evli ve 1 çocuk annesi olan Hilal ÇOLAKOĞLU YENİAY halen Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

EKLER

Ek 1. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) fiber ile 30 °C'da gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 2. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) fiber ile 50 °C'da gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 3. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) fiber ile 70 °C'da gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 4. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB fiber ile gerçekleştirilen gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 5. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait DVB/CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 6. Kepsut 99 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 7. Tanas çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 8. Tan 99 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 9. Sarısu çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 10. Arslanbey çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 11. Hatipoğlu çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 12. Orhangazi 99 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 13. Cumhuriyet 99 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 14. Muganlı 57 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 15. Osmanlı 99 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 16. Boydak çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 17. Özberk 82 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 18. Birkan çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 19. Tescilli çiğ susam tohumu çeşitlerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 20. Antalya yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 21. Adana yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 22. Fethiye yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 23. Uşak yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 24. Yöresel çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 25. Tescilli çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 26. Yöresel çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 27. Kepsut 99 çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 28. Tanas çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 29. Tan 99 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 30. Sarısu eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 31. Arslanbey eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 32. Hatipoğlu eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 33. Orhangazi 99 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 34. Cumhuriyet 99 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 35. Muganlı 57 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 36. Osmanlı 99 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 37. Boydak eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 38. Özberk 82 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 39. Birkan eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 40. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 41. Antalya yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 42. Adana yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 43. Fethiye yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 44. Uşak yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı

Ek 45. Yöresel kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

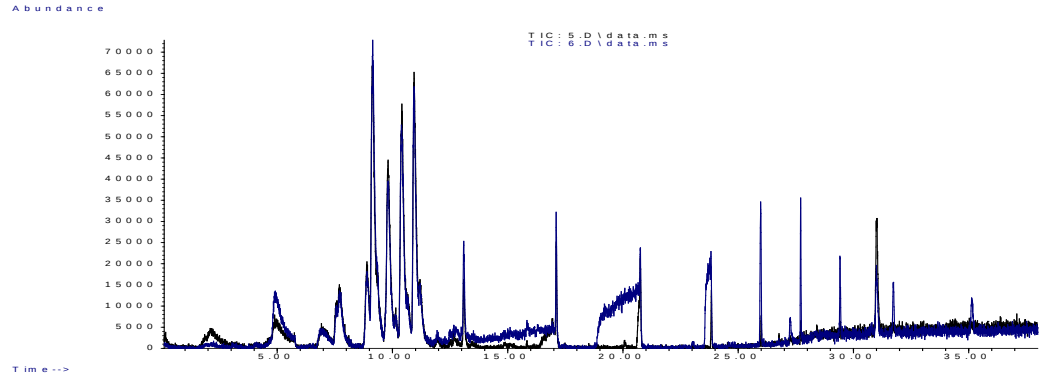
Ek 46. Tescilli kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 47. Yöresel kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

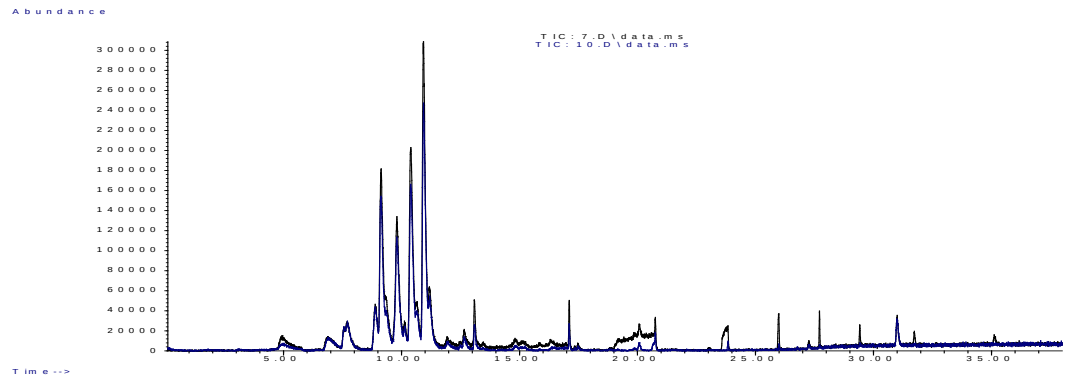
Ek 48. Tescilli çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen yağ asitlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Ek 49. Yöresel çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen yağ asitlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

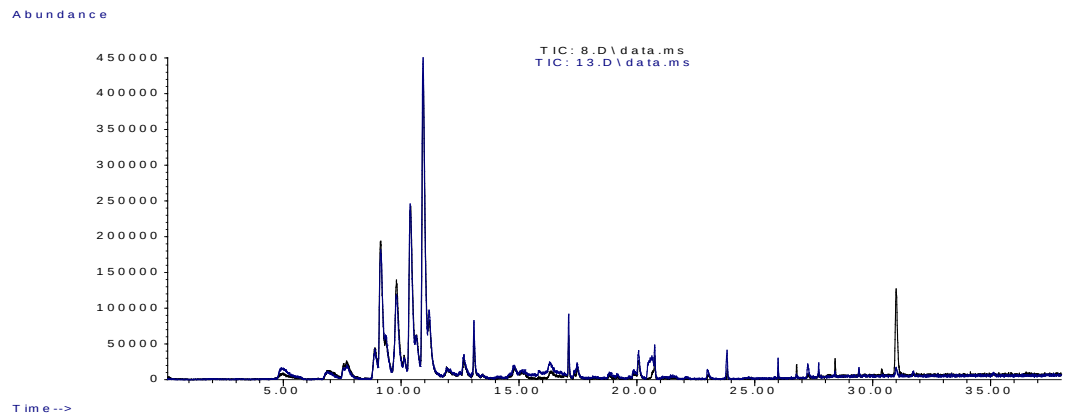
Ek 1. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) fiber ile 30 °C'da gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



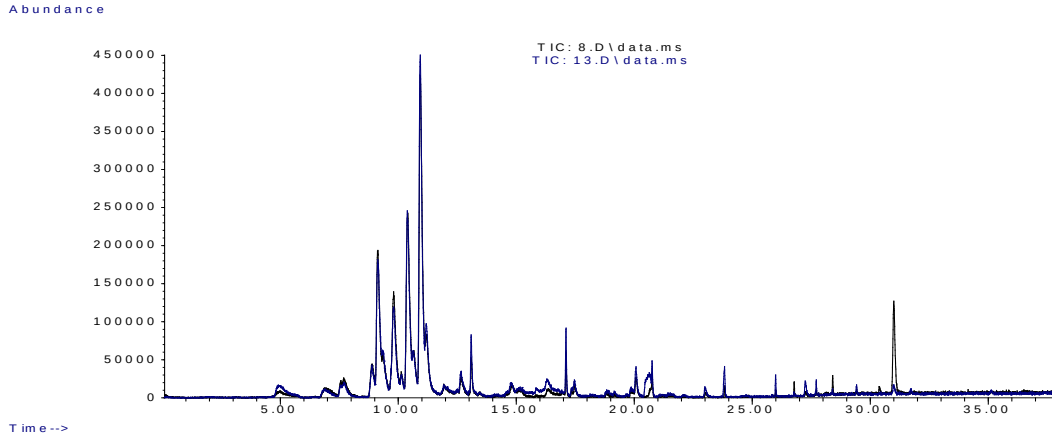
Ek 2. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) fiber ile 50 °C'da gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



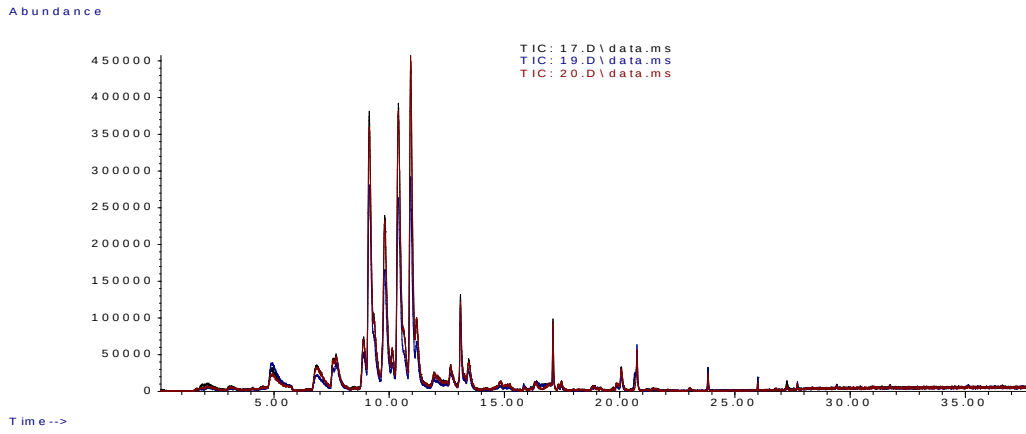
Ek 3. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB (Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen) fiber ile 70 °C'da gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



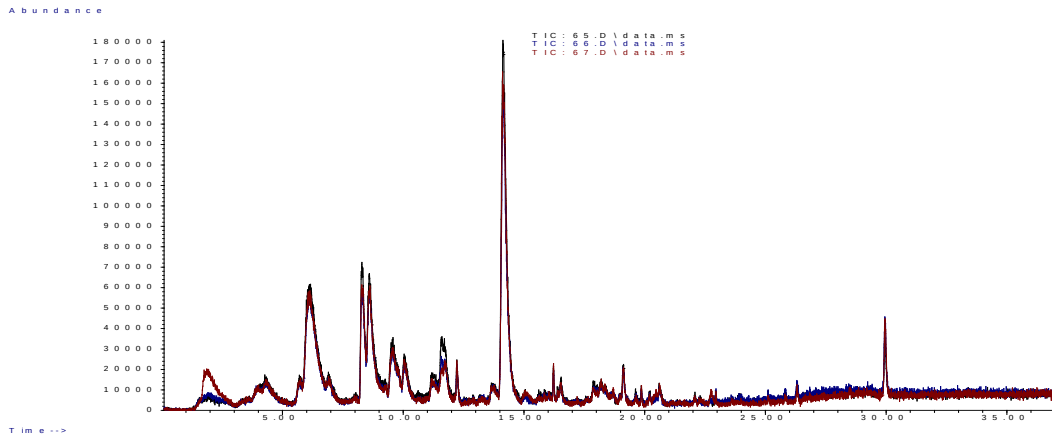
Ek 4. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait PDMS/DVB fiber ile gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



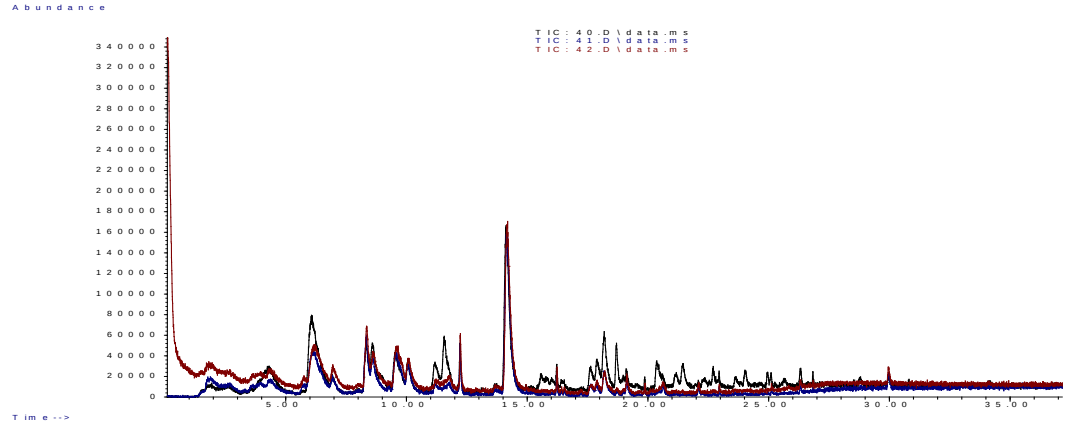
Ek 5. Piyasadan temin edilen susam tohumu örneklerine ait DVB/CAR/PDMS fiber ile gerçekleştirilen SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



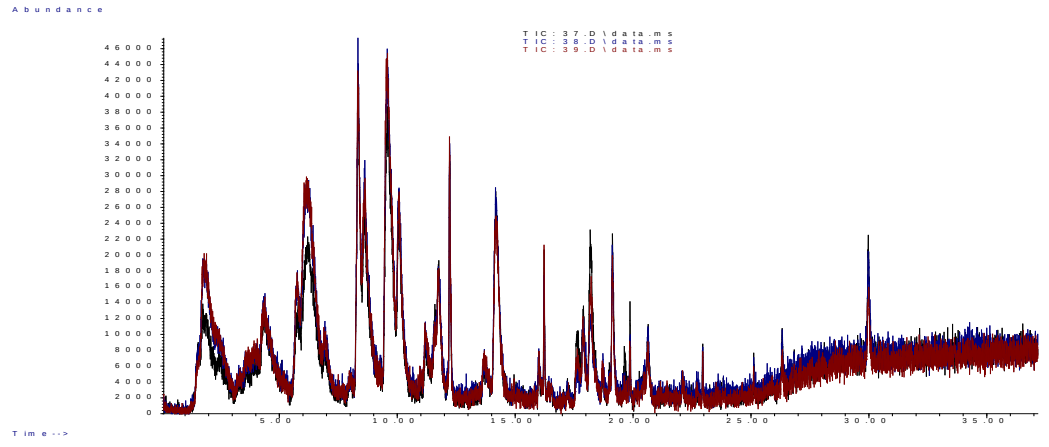
Ek 6. Kepsut 99 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



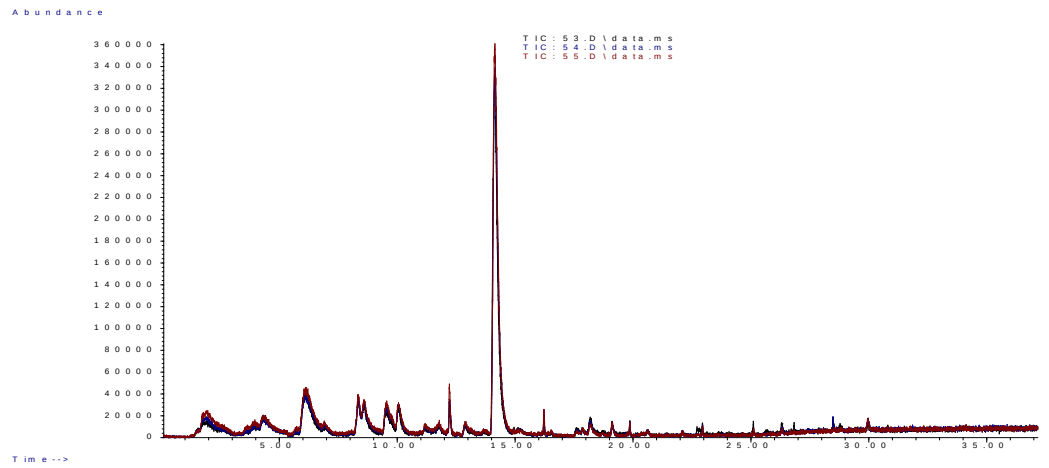
Ek 7. Tanas eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



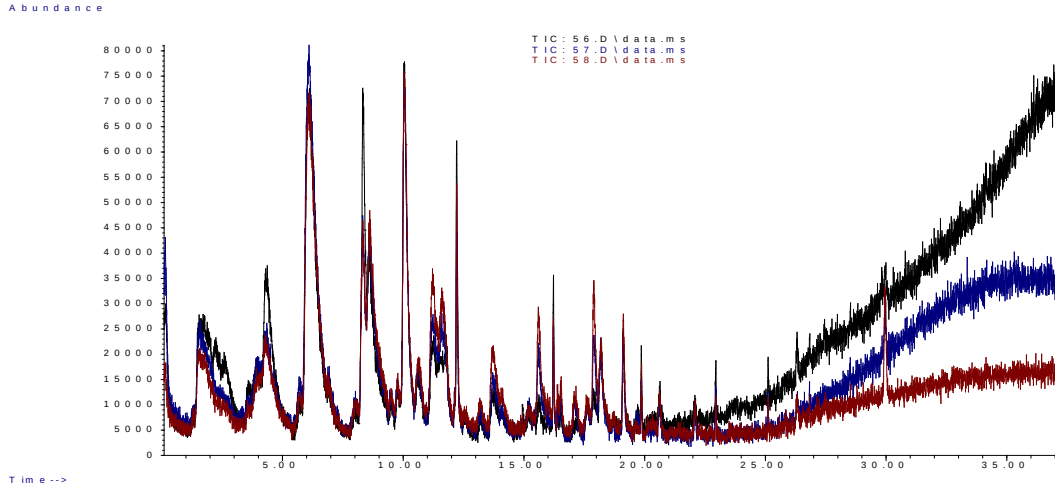
Ek 8. Tan 99 eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



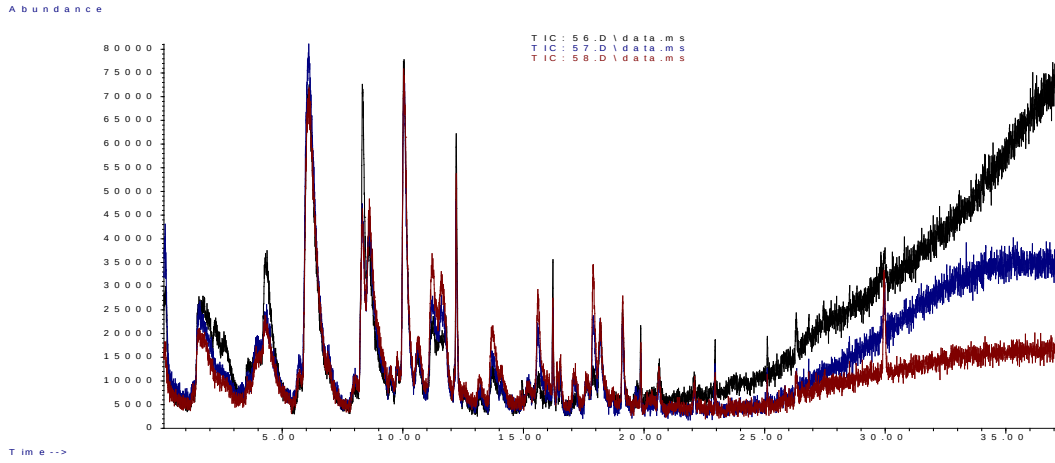
Ek 9. Sarısu eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



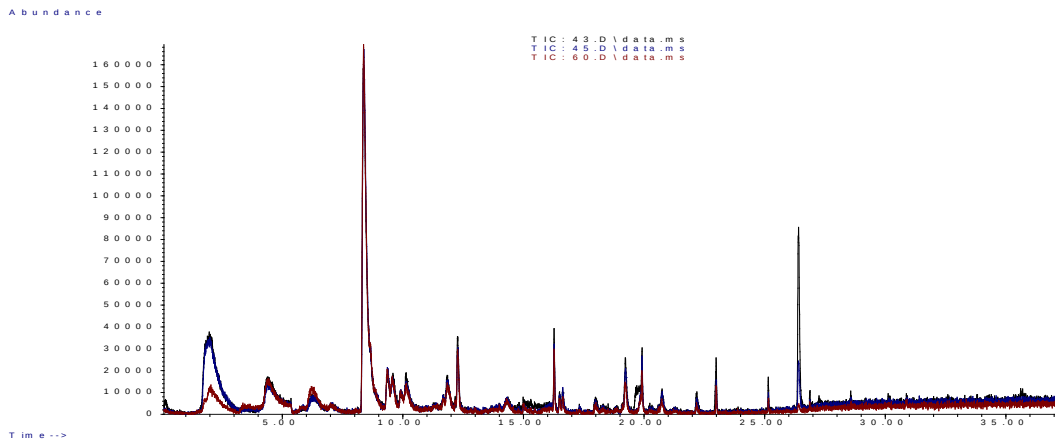
Ek 10. Arslanbey çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



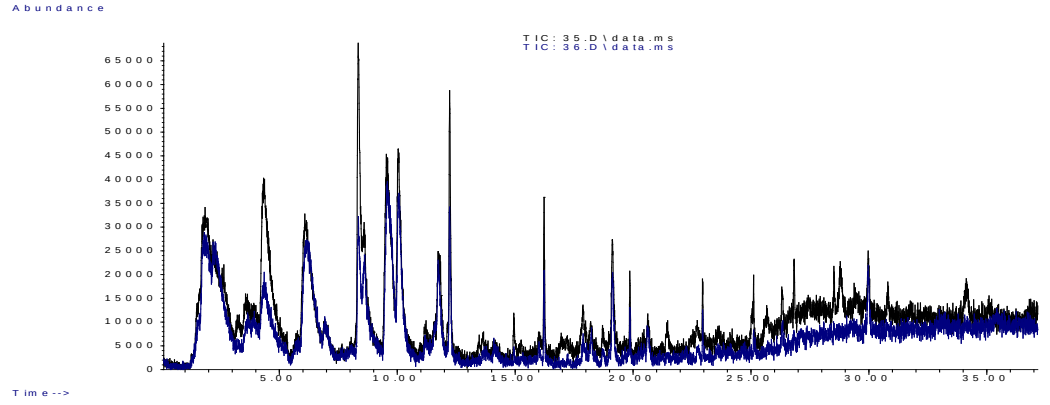
Ek 11. Hatipoğlu çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



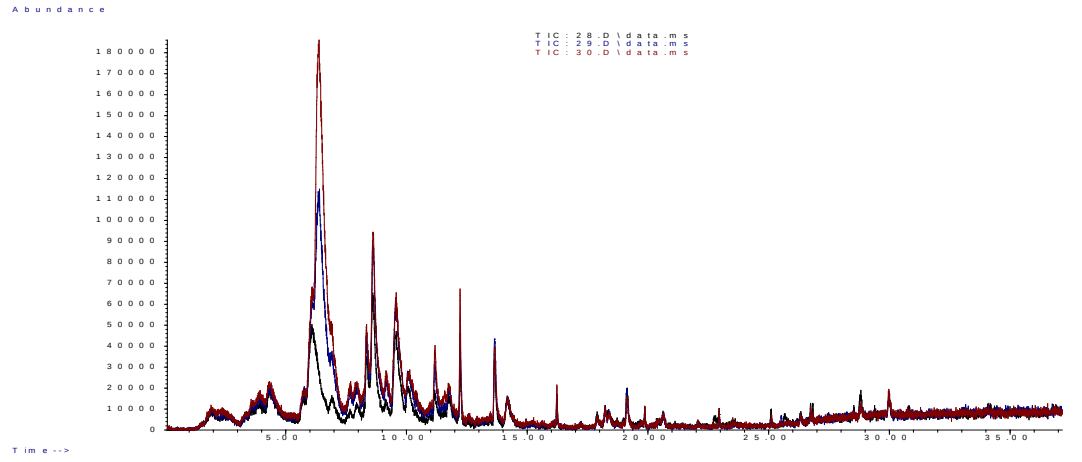
Ek 12. Orhangazi 99 çeşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



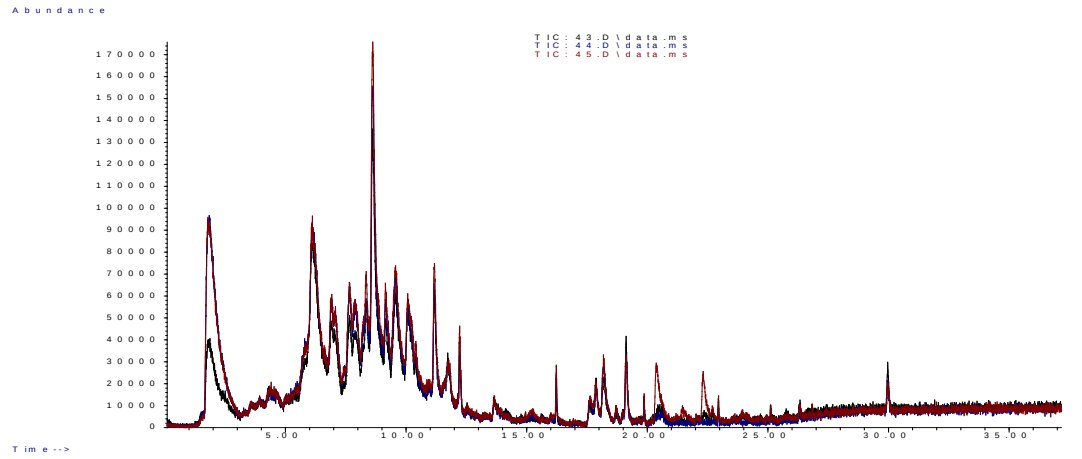
Ek 13. Cumhuriyet 99 eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



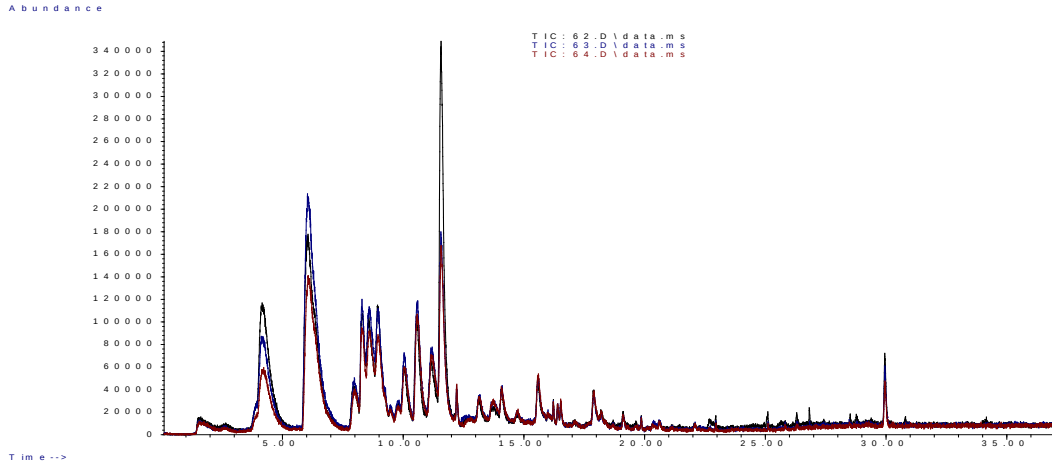
Ek 14. Muganlı 57 eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



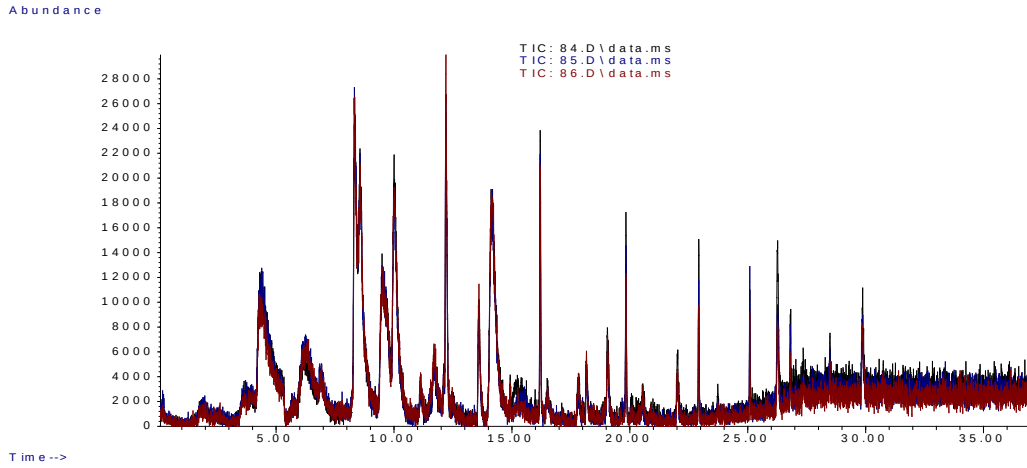
Ek 15. Osmanlı 99 eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



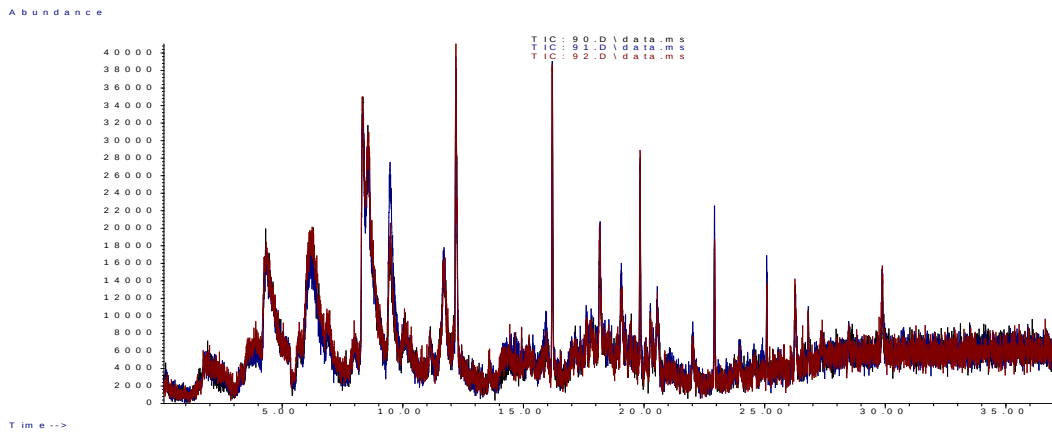
Ek 16. Boydak eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 17. Özberk 82 eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 18. Birkan eşidi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 19. Tescilli iğ susam tohumu çeşitlerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) hegzanal

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	4705,950	392,162	31,446	< 0,0001
Error	26	324,246	12,471		
Corrected Total	38	5030,195			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan

Category	LS means	Groups
ARSLANBEY	0,001	A
BOYDAK	0,001	A
BİRKAN	0,001	A
HATİPOĞLU	0,001	A
KEPSUT 99	0,001	A
MUGANLI 57	0,001	A
OSMANLI 99	0,001	A
TANAS	0,001	A
ÖZBERK 82	0,001	A
SARISU	4,513	A
TAN 99	13,943	B
ORHANGAZİ 99	18,827	B
CUMHURİYET	37,868	C

b) 1-hegzanol

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	6808,816	567,401	28,683	< 0,0001
Error	26	514,335	19,782		
Corrected Total	38	7323,151			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan

Category	LS means	Groups		
OSMANLI 99	0,001	A		
ORHANGAZİ	0,001	A		
SARISU	12,290	B		
ÖZBERK 82	12,765	B		
CUMHURİYET	19,050	B	C	
TANAS	20,762		C	
BOYDAK	22,052		C	
KEPSUT 99	23,043		C	
TAN 99	23,300		C	
BİRKAN	25,400		C	
ARSLANBEY	33,574			D
HATİPOĞLU	38,759			D
MUGANLI 57	48,197			E

c) 2-pentil furan

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	928,502	77,375	41,294	< 0,0001
Error	26	48,718	1,874		
Corrected Total	38	977,220			

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

Duncan

Category	LS means	Groups		
OSMANLI 99	0,001	A		
ORHANGAZİ	0,001	A		
BOYDAK	0,777	A		
CUMHURİYET	2,060	A	B	
TAN 99	3,757		B	C
BİRKAN	4,196		B	C
ÖZBERK 82	4,340		B	C
TANAS	4,620			C
SARISU	5,187			C
HATİPOĞLU	5,973			C
ARSLANBEY	12,875			D
KEPSUT 99	13,043			D
MUGANLI 57	15,320			E

d) dl-limonen

Analysis of
variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	991,758	82,647	44,738	0,0001
Error	26	48,031	1,847		
Corrected Total	38	1039,789			

Computed against model
Y=Mean(Y)

Duncan

Category	LS means	Groups			
BOYDAK	0,001	A			
OSMANLI 99	0,001	A			
ARSLANBEY	0,001	A			
HATİPOĞLU	0,001	A			
SARISU	5,138	B			
ORHANGAZİ	5,646	B			
KEPSUT 99	7,090	B	C		
BİRKAN	8,820		C	D	
ÖZBERK 82	9,736			D	
TANAS	10,281			D	E
CUMHURİYET	12,180				E
TAN 99	13,420				F
MUGANLI 57	13,467				F

e) 1,3,6-oktatrien

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	980,233	81,686	67,485	< 0,0001
Error	26	31,471	1,210		
Corrected Total	38	1011,704			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan					
Category	LS means	Groups			
BİRKAN	0,001	A			
KEPSUT 99	3,760	B			
ORHANGAZİ	3,797	B			
SARISU	3,894	B			
TAN 99	4,273	B	C		
MUGANLI 57	4,640	B	C		
TANAS	6,043		C	D	
BOYDAK	7,143			D	E
CUMHURİYET	7,963			D	E
OSMANLI 99	8,083				E
ÖZBERK 82	11,067				F
ARSLANBEY	15,402				G
HATİPOĞLU	19,062				H

f) Nonanal

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	1017,127	84,761	71,969	< 0,0001
Error	26	30,621	1,178		
Corrected Total	38	1047,749			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan

Category	LS means	Groups			
KEPSUT 99	0,001	A			
TANAS	0,001	A			
SARISU	0,001	A			
OSMANLI 99	0,001	A			
MUGANLI 57	0,001	A			
ÖZBERK 82	2,339		B		
ORHANGAZİ	3,163		B		
CUMHURİYET	5,477			C	
BİRKAN	5,683			C	
TAN 99	6,193			C	
HATİPOĞLU	11,135				D
ARSLANBEY	12,177				D
BOYDAK	15,638				E

g) Bütanoik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	81,948	6,829	32,375	< 0,0001
Error	26	5,484	0,211		
Corrected Total	38	87,433			

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

Duncan					
Category	LS means	Groups			
KEPSUT 99	0,001	A			
HATİPOĞLU	0,001	A			
CUMHURİYET	0,001	A			
MUGANLI 57	0,001	A			
ORHANGAZİ	0,001	A			
OSMANLI 99	0,001	A			
BOYDAK	0,001	A			
ÖZBERK 82	1,139	B			
SARISU	1,440	B	C		
TAN 99	2,173		C	D	
ARSLANBEY	2,717			D	E
BİRKAN	3,067				E
TANAS	4,439				F

h) Trans-alfa-bergamoten

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	147,514	12,293	13,684	< 0,0001
Error	26	23,356	0,898		
Corrected Total	38	170,870			

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

Duncan

Category	LS means	Groups	
SARISU	0,001	A	
TANAS	0,001	A	
BOYDAK	0,723	A	B
MUGANLI 57	1,780		B
KEPSUT 99	1,795		B
ÖZBERK 82	1,999		B
CUMHURİYET	2,079		B
ORHANGAZİ	2,317		B
BİRKAN	2,320		B
ARSLANBEY	2,388		B
TAN 99	2,537		B
HATİPOĞLU	4,141		C
OSMANLI 99	7,957		D

i) Dekanedioik asit

Analysis of variance:

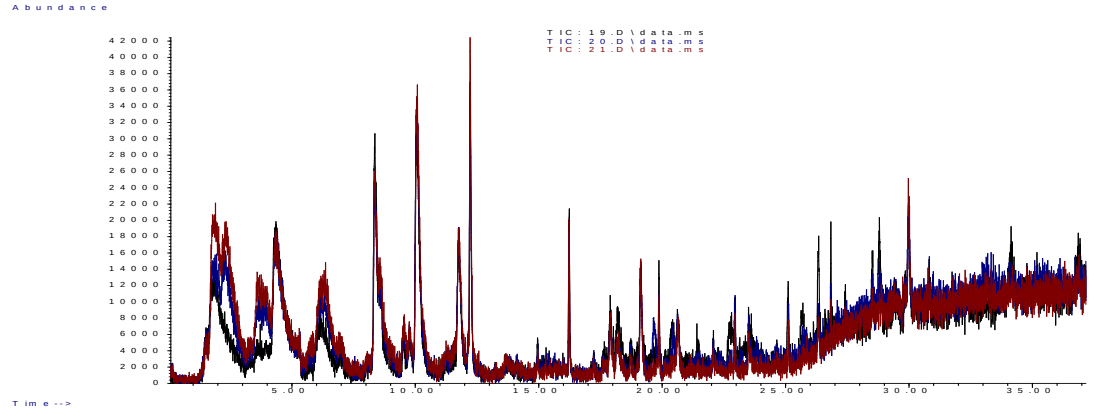
Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	44,480	3,707	18,306	< 0,0001
Error	26	5,264	0,202		
Corrected Total	38	49,744			

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

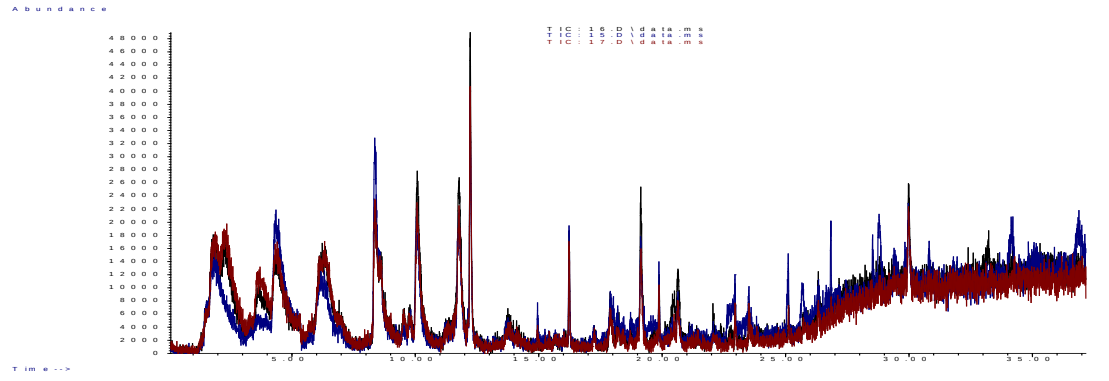
Duncan

Category	LS means	Groups	
ARSLANBEY	0,001	A	
BOYDAK	0,001	A	
MUGANLI 57	0,001	A	
ORHANGAZİ	0,001	A	
OSMANLI 99	0,001	A	
SARISU	0,001	A	
ÖZBERK 82	0,001	A	
CUMHURİYET	1,350		B
TAN 99	1,610		B
TANAS	1,910		B
BİRKAN	1,950		B
HATİPOĞLU	1,978		B
KEPSUT 99	3,177		C

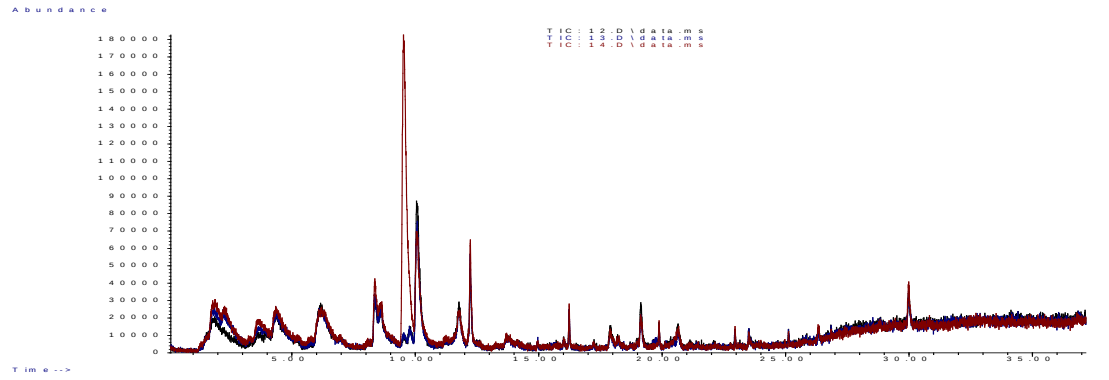
Ek 20. Antalya yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



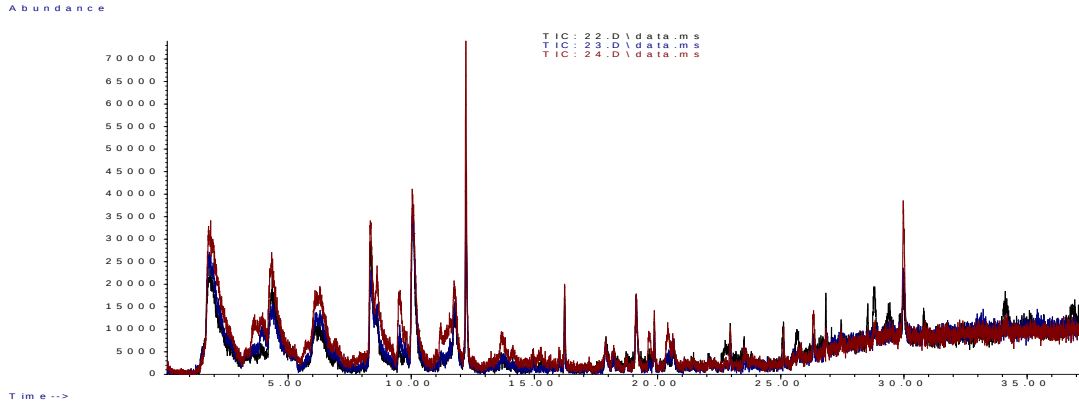
Ek 21. Adana yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 22. Fethiye yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 23. Uşak yöresi susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 24. Yöresel çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) hegzanal

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	84,687	28,229	2,107	0,178
Error	8	107,203	13,400		
Corrected Total	11	191,890			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
ANTALYA	20,050	A
FETHİYE	20,930	A
ADANA	23,063	A
UŞAK	26,937	A

b) 1-hegzanol

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	99,547	33,182	6,889	0,013
Error	8	38,533	4,817		
Corrected Total	11	138,080			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
ANTALYA	9,447	A
UŞAK	13,887	
ADANA	16,053	
FETHİYE	16,870	

c) 2-pentil furan

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	10,308	3,436	81,031	< 0,0001
Error	8	0,339	0,042		
Corrected Total	11	10,647			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
ADANA	0,001	A
ANTALYA	0,001	
UŞAK	1,683	B
FETHİYE	1,999	B

d) dl-limonen

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	13,864	4,621	14,924	0,001
Error	8	2,477	0,310		
Corrected Total	11	16,342			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
ADANA	0,001	A
ANTALYA	0,001	
FETHİYE	0,001	
UŞAK	2,483	B

e) 1,3,6-oktatrien

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	310,303	103,434	12,822	0,002
Error	8	64,536	8,067		
Corrected Total	11	374,839			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan

Category	LS means	Groups
ADANA	9,092	A
ANTALYA	14,620	
UŞAK	15,090	
FETHİYE	23,338	C

f) Nonanal

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	6,186	2,062	1,227	0,361
Error	8	13,445	1,681		
Corrected Total	11	19,630			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan

Category	LS means	Groups
ANTALYA	5,833	A
FETHİYE	6,580	A
UŞAK	6,94	A
ADANA	7,829	A

g) trans- α -bergamoten

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	1,651	0,550	2,901	0,101
Error	8	1,517	0,190		
Corrected Total	11	3,168			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
ANTALYA	2,467	A
FETHİYE	2,917	A
UŞAK	3,077	A
ADANA	3,503	B

h) dekanedioik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	2,292	0,764	1,083	0,410
Error	8	5,643	0,705		
Corrected Total	11	7,935			

Computed against model $Y=Mean(Y)$
Duncan

Category	LS means	Groups
ADANA	2,677	A
ANTALYA	2.917	A
FETHİYE		A
UŞAK	3,843	A

Ek 25. Tescilli çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) bitkisel yağ

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	31,154	1,558	389,423	< 0,0001
Error	44	0,176	0,004		
Corrected Total	64	31,330			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
ARSLANBEY	1,440	A
HATİPOĞLU	1,480	A
ORHANGAZİ	1,540	A
MUGANLI 57	1,980	A
BİRKAN	2,280	A
ÖZBERK 82	2,460	A
BOYDAK	2,620	A
OSMANLI 99 99	2,800	A
SARISU	2,800	A
TANAS	2,980	A
TAN 99	3,200	B
KEPSUT 99	3,380	C
CUMHURİYET	3,540	D

b) ayçekirdeği

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	50,685	2,534	435,571	< 0,0001
Error	44	0,256	0,006		
Corrected Total	64	50,941			

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

Duncan				
Category	LS means	Groups		
HATİPOĞLU	0,660	A		
ORHANGAZİ	0,960	A		
BİRKAN	2,060	A		
MUGANLI 57	2,260	A		
BOYDAK	2,460	A		
OSMANLI 99	2,500	A		
TANAS	2,720	A	B	
TAN 99	2,800	A	B	
SARISU	2,860	A	B	
ARSLANBEY	3,140			C
ÖZBERK 82	3,200			C
CUMHURİYET	3,660			D
KEPSUT 99	3,760			E

c) toprak

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	69,704	3,485	451,026	< 0,0001
Error	44	0,340	0,008		
Corrected Total	64	70,044			

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

Duncan

Category	LS means	Groups	
ORHANGAZİ	0,880	A	
HATİPOĞLU	0,920	A	
ARSLANBEY	1,080	A	
CUMHURİYET	1,300	A	
OSMANLI 99	2,200	A	
KEPSUT 99	2,260	A	
BOYDAK	2,460	A	
TANAS	2,780	A	
BİRKAN	2,840	A	
MUGANLI 57	3,000	A	
TAN 99	3,700	B	C
ÖZBERK 82	3,		C
SARISU	3,		C

d) ac1

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	35,934	1,797	217,181	< 0,0001
Error	44	0,364	0,008		
Corrected Total	64	36,298			

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

Duncan					
Category	LS means	Groups			
ORHANGAZİ	0,560	A			
KEPSUT 99	1,340	A			
ARSLANBEY	1,480	A			
CUMHURİYET	1,860	A	B		
BOYDAK	1,860	A	B		
OSMANLI 99	1,900	A	B	C	
TAN 99	2,000		B	C	D
HATİPOĞLU	2,120			C	D
MUGANLI 57	2,180				D
TANAS	2,500				E
SARISU	2,760				F
ÖZBERK 82	3,240				G
BİRKAN	3,420				H

e) ekşi

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	1,242	0,062	23,564	< 0,0001
Error	44	0,116	0,003		
Corrected Total	64	1,358			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
KEPSUT 99	0,320	A
ORHANGAZİ	0,380	A
OSMANLI 99	0,400	A
BİRKAN	0,440	A
ÖZBERK 82	0,460	A
TAN 99	0,500	A B
ARSLANBEY	0,540	A B
SARISU	0,540	B
BOYDAK	0,640	C
CUMHURİYET	0,640	C
MUGANLI 57	0,660	C
TANAS	0,680	C
HATİPOĞLU	0,780	D

f) odun

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	24,670	1,233	193,835	< 0,0001
Error	44	0,280	0,006		
Corrected Total	64	24,950			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
KEPSUT 99	2,080	A
SARISU	2,080	A
CUMHURİYET	2,280	A
TANAS	2,400	A
ARSLANBEY	2,940	A B
TAN 99	3,000	A B C
BOYDAK	3,060	B C
ORHANGAZİ	3,380	D E
OSMANLI 99	3,400	D E F
ÖZBERK 82	3,420	E F
BİRKAN	3,520	F
MUGANLI 57	3,780	G
HATİPOĞLU	4,000	H

g) ot

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	37,735	1,887	423,560	< 0,0001
Error	44	0,196	0,004		
Corrected Total	64	37,931			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means	Groups			
ORHANGAZİ	0,620	A			
TAN 99	1,000	A			
ARSLANBEY	1,020	A			
OSMANLI 99	1,200	A	B		
CUMHURİYET	1,400			C	
MUGANLI 57	1,440			C	D
TANAS	1,500				D
BOYDAK	1,980				E
KEPSUT 99	2,000				E
SARISU	2,020				E
BİRKAN	2,040				E
ÖZBERK 82	2,200				F
HATİPOĞLU	3,800				G

h) findık-fıstık

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	24,286	1,214	159,016	< 0,0001
Error	44	0,336	0,008		
Corrected Total	64	24,622			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan				
Category	LS means	Groups		
KEPSUT 99	0,780	A		
ORHANGAZİ	0,960	A		
OSMANLI 99	1,000	A		
SARISU	1,440	A		
HATİPOĞLU	1,500	A	B	
TAN 99	1,700		B	
BİRKAN	1,900			C
MUGANLI 57	1,920			C
ARSLANBEY	1,940			C
BOYDAK	1,960			C
CUMHURİYET	2,460			D
TANAS	2,560			D
ÖZBERK 82	2,880			E

Ek 26.Yöresel çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) bitkisel yağ

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	2,846	0,949	164,957	< 0,0001
Error	16	0,092	0,006		
Corrected Total	19	2,938			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan				
Category	LS means	Groups		
ADANA	2,500	A		
UŞAK	3,040		B	
FETHİYE	3,220			C
ANTALYA	3,540			D

b) ayçekirdeği

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	1,522	0,507	119,373	< 0,0001
Error	16	0,068	0,004		
Corrected Total	19	1,590			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan			
Category	LS means	Groups	
UŞAK	2,280	A	
ADANA	2,500	B	
ANTALYA	2,840	C	
FETHİYE	2,980	D	

c) toprak

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	16,700	5,567	824,691	< 0,0001
Error	16	0,108	0,007		
Corrected Total	19	16,808			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan			
Category	LS means	Groups	
FETHİYE	1,420	A	
ANTALYA	1,960	B	
ADANA	3,000	C	
UŞAK	3,780	D	

d) acı

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	2,400	0,800	80,000	< 0,0001
Error	16	0,160	0,010		
Corrected Total	19	2,560			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan			
Category	LS means	Groups	
ADANA	1,580	A	
ANTALYA	2,060	B	
UŞAK	2,220	C	
FETHİYE	2,540	D	

e) ekşi

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,028	0,009	1,493	0,254
Error	16	0,100	0,006		
Corrected Total	19	0,128			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
UŞAK	0,480	A
ADANA	0,540	A
FETHİYE	0,560	A
ANTALYA	0,580	A

f) odun

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,722	0,241	33,172	< 0,0001
Error	16	0,116	0,007		
Corrected Total	19	0,838			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
ADANA	2,580	A
ANTALYA	2,700	B
UŞAK	3,000	C
FETHİYE	3,020	C

g) ot

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	3,198	1,066	185,362	< 0,0001
Error	16	0,092	0,006		
Corrected Total	19	3,290			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
UŞAK	1,880	A
ANTALYA	2,540	B
FETHİYE	2,560	B
ADANA	3,000	C

h) findık-fıstık

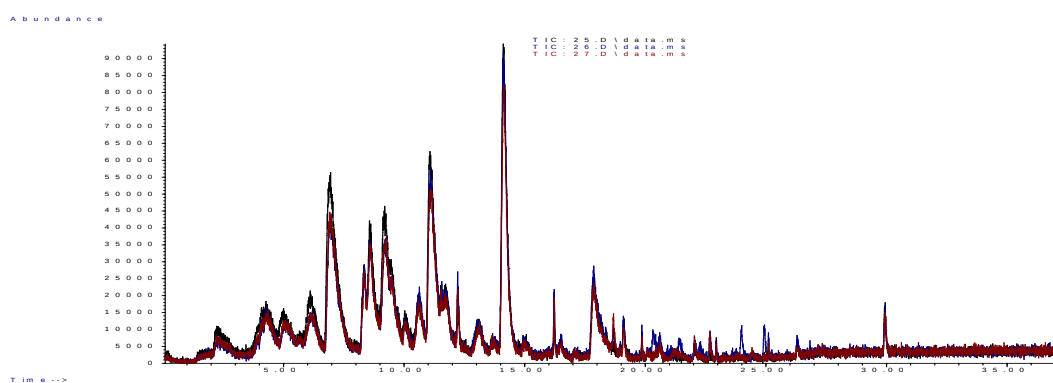
Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,926	0,309	47,462	< 0,0001
Error	16	0,104	0,007		
Corrected Total	19	1,030			

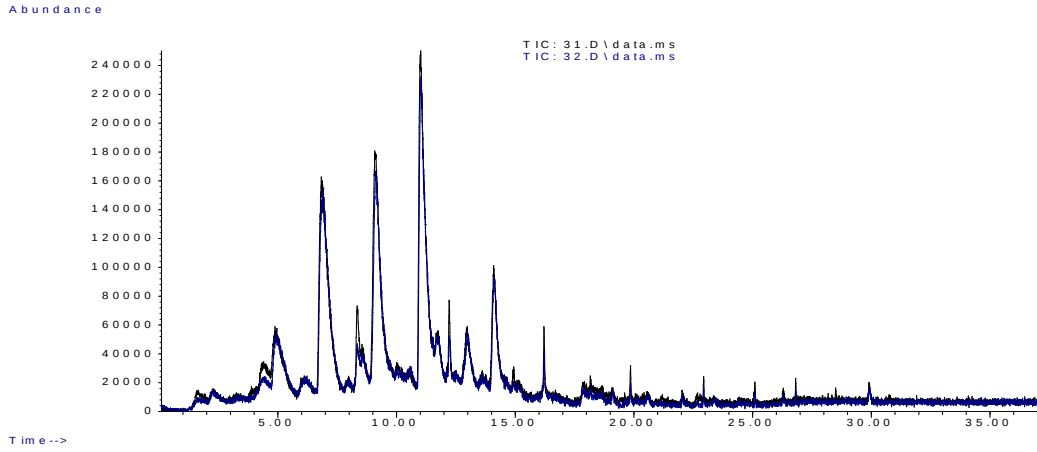
Computed against model $Y=\text{Mean}(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
UŞAK	2,000	A
ANTALYA	2,180	B
ADANA	2,480	C
FETHİYE	2,520	C

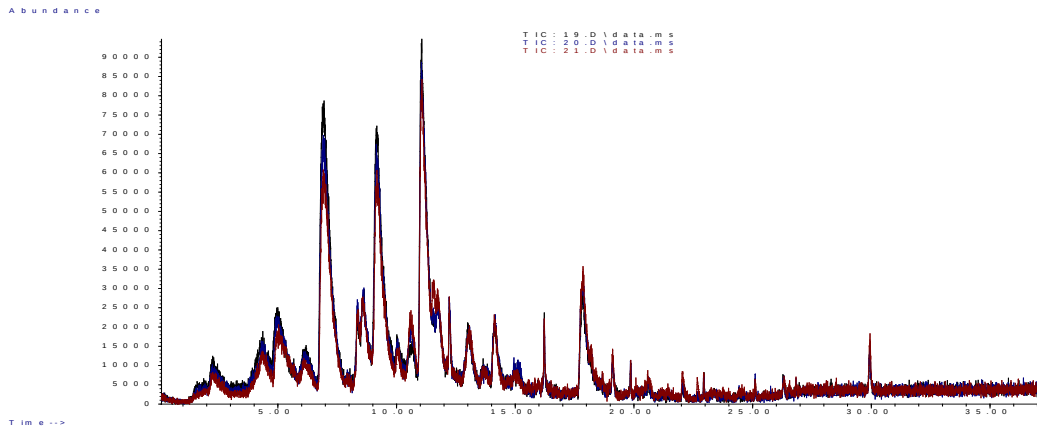
Ek 27. Kepsut 99 çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



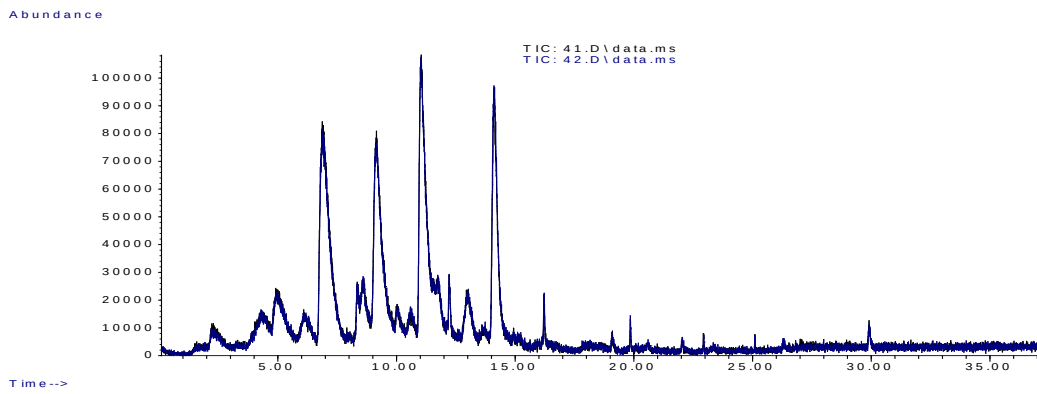
Ek 28. Tanas eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



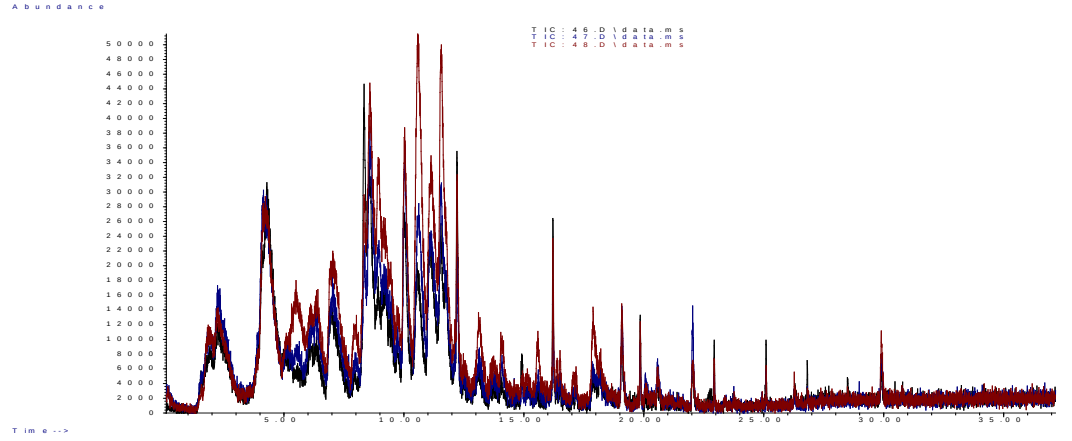
Ek 29. Tan 99 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



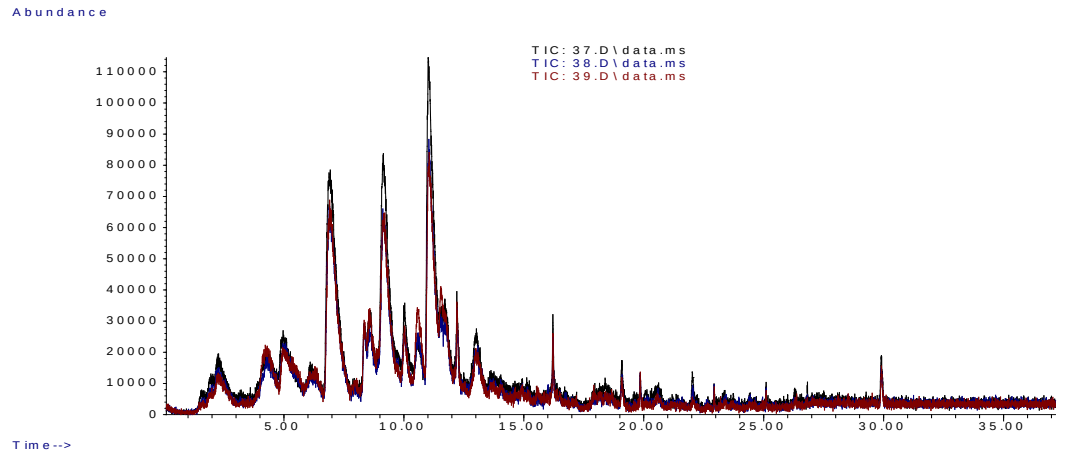
Ek 30. Sarısu eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



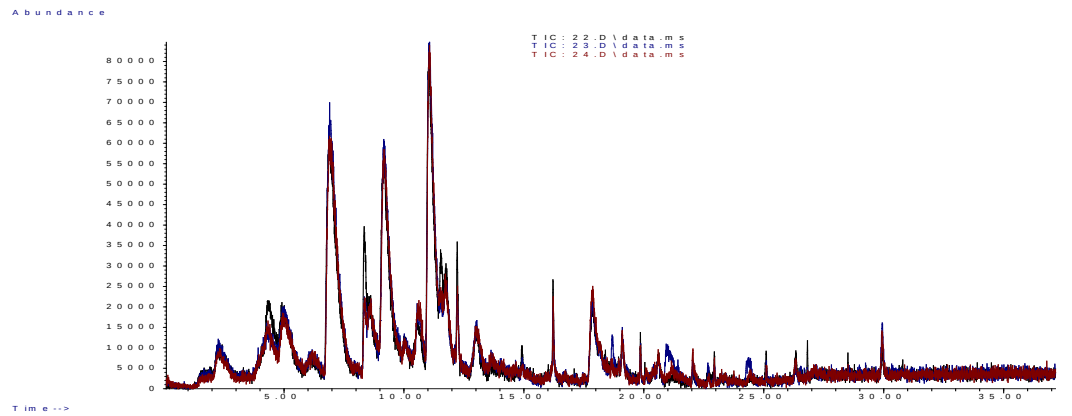
Ek 31. Arslanbey eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



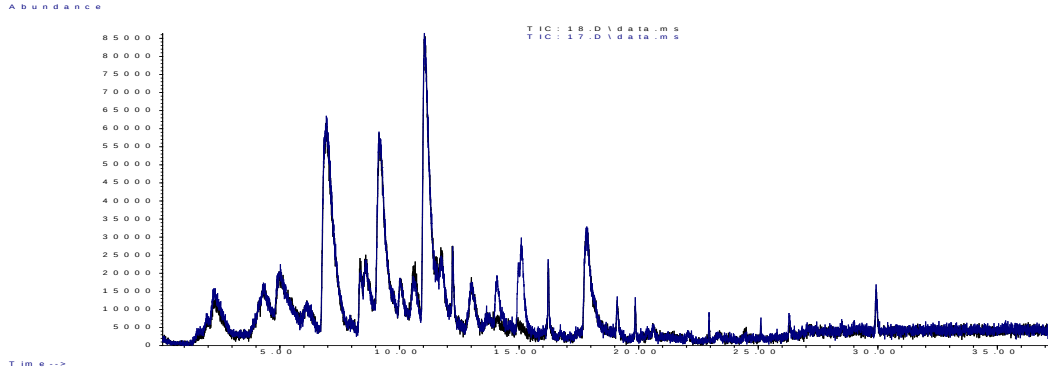
Ek 32. Hatipoğlu eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



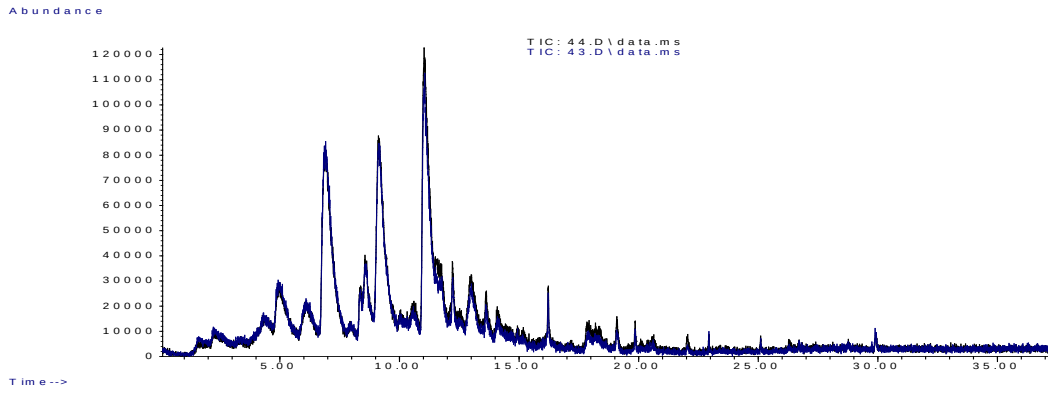
Ek 33. Orhangazi 99 eşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



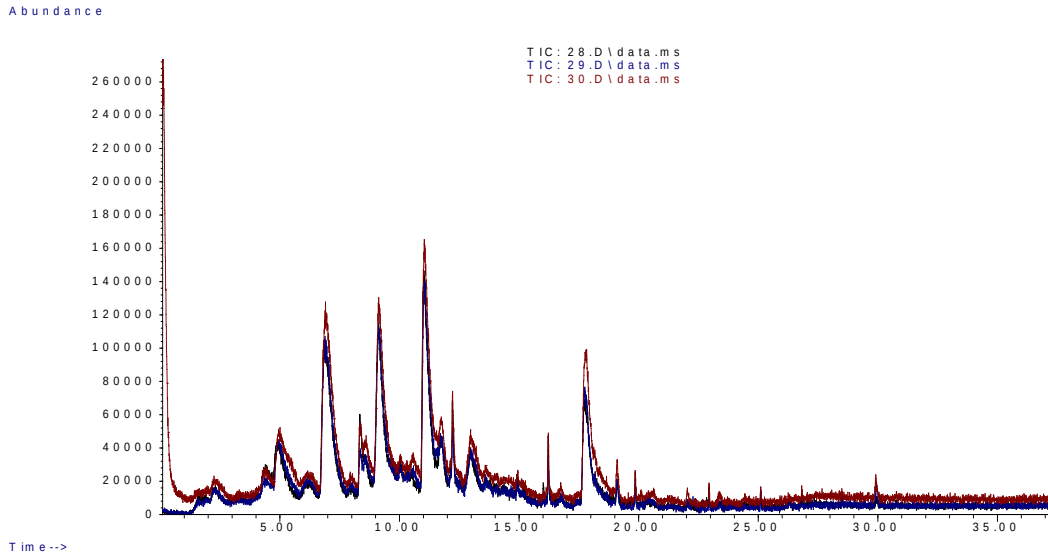
Ek 34. Cumhuriyet 99 çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



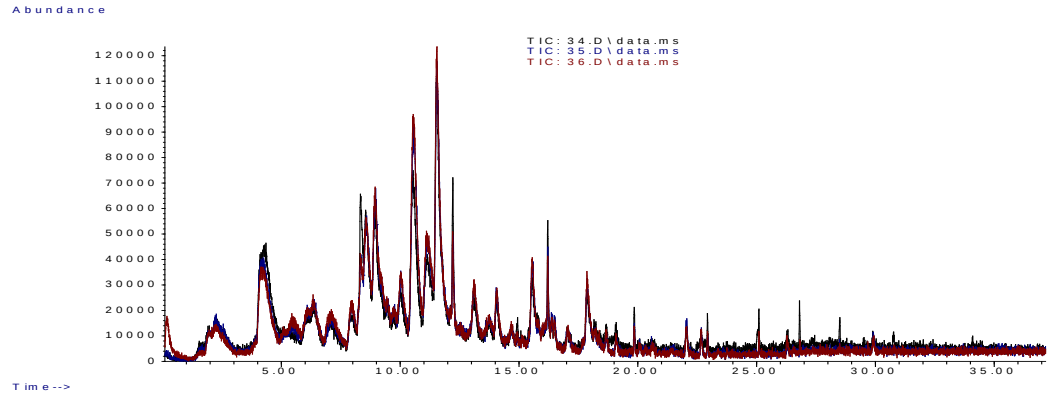
Ek 35. Muganlı 57 çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



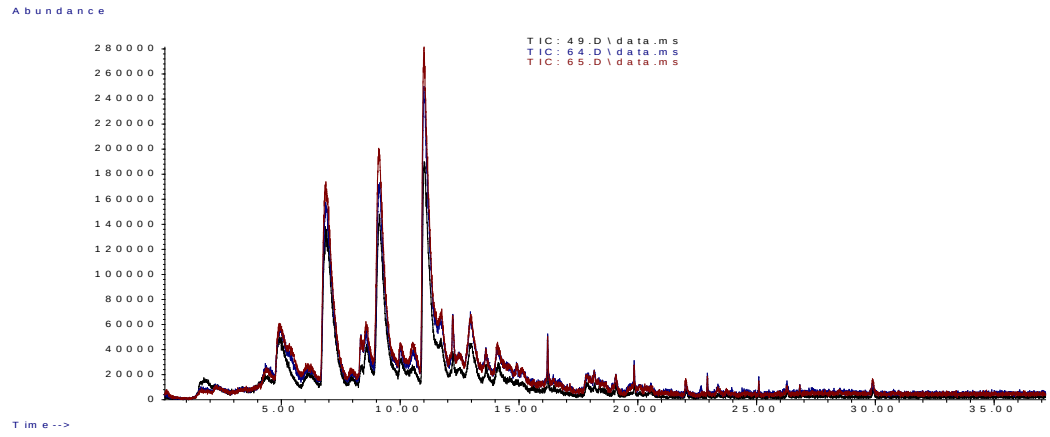
Ek 36. Osmanlı 99 çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



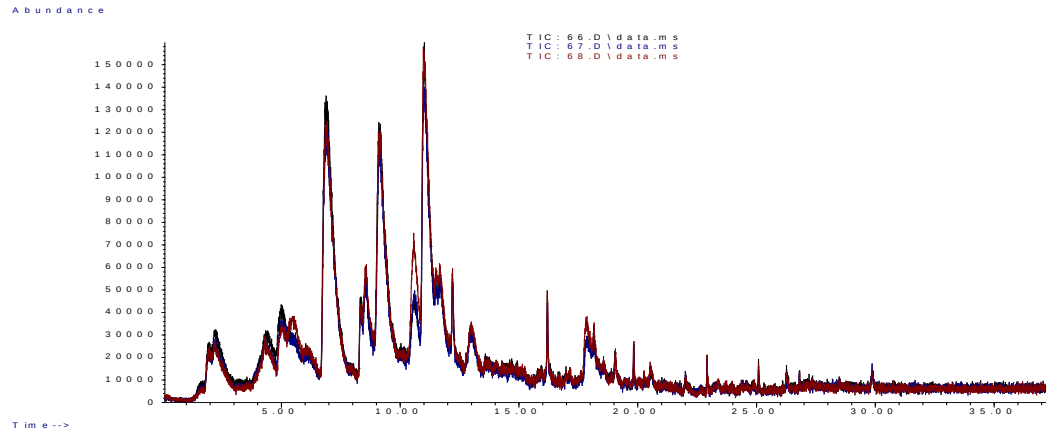
Ek 37. Boydak çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 38. Özberk 82 çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 39. Birkan çeşidi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 40. Tescilli kavrulmuş susam tohumu çeşitlerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) hegzanal

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	24,254	2,021	182,550	< 0,0001
Error	26	0,288	0,011		
Corrected Total	38	24,542			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
BOYDAK	0,001	A
CUMHURİYET	0,001	A
HATİPOĞLU	0,001	A
KEPSUT 99	0,001	A
MUGANLI 57	0,001	A
ORHANGAZİ	0,001	A
OSMANLI 99	0,001	A
SARISU	0,001	A
TAN 99	0,001	A
TANAS	0,001	A
ÖZBERK 82	0,001	A
BİRKAN	1,683	B
ARSLANBEY	2,580	C

b) 2-metil bütanal

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	64,646	5,387	11,627	< 0,0001
Error	26	12,047	0,463		
Corrected Total	38	76,693			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan						
Category	LS means	Groups				
KEPSUT 99	0,001	A				
ÖZBERK 82	0,001	A				
TANAS	0,723	A	B			
SARISU	0,923	A	B			
MUGANLI 57	1,010	A	B	C		
TAN 99	1,050	A	B	C		
OSMANLI 99	1,413		B	C	D	
ORHANGAZİ	1,810		B	C	D	
ARSLANBEY	2,223			C	D	E
BOYDAK	2,607				D	E F
BİRKAN	3,130					E F G
CUMHURİYET	3,623					F G
HATİPOĞLU	4,233					G

c) 2-metil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	163,363	13,614	13,409	< 0,0001
Error	26	26,396	1,015		
Corrected Total	38	189,759			

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

Duncan						
Category	LS means	Groups				
BOYDAK	0,001	A				
ARSLANBEY	0,001	A				
KEPSUT 99	1,500	A	B			
CUMHURİYET	2,790		B	C		
ORHANGAZİ	2,897		B	C		
TAN 99	3,010		B	C		
BİRKAN	3,210		B	C	D	
HATİPOĞLU	3,563			C	D	E
TANAS	4,903				D	E F
SARISU	4,937				D	E F
OSMANLI 99	5,117					E F
MUGANLI 57	6,050					F G
ÖZBERK 82	6,913					G

d) 1-hegzanol

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	64,338	5,362	13,859	< 0,0001
Error	26	10,058	0,387		
Corrected Total	38	74,397			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means	Groups			
OSMANLI 99	0,001	A			
BİRKAN	0,001	A			
CUMHURİYET	0,001	A			
TAN 99	0,001	A			
ORHANGAZİ	0,001	A			
ÖZBERK 82	1,187		B		
TANAS	1,293		B		
HATİPOĞLU	1,310		B		
SARISU	2,063		B	C	
KEPSUT 99	2,141		B	C	
ARSLANBEY	2,567			C	D
MUGANLI 57	3,473				D
BOYDAK	3,629				D

e) 2,5-dimetil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	1621,731	135,144	35,869	< 0,0001
Error	26	97,962	3,768		
Corrected Total	38	1719,693			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means	Groups			
BOYDAK	1,967	A			
ARSLANBEY	6,073		B		
KEPSUT 99	16,907			C	
TANAS	19,983			C	D
ÖZBERK 82	20,073			C	D
MUGANLI 57	20,453				D E
HATİPOĞLU	20,847				D E
BİRKAN	21,167				D E
CUMHURİYET	21,217				D E
SARISU	21,920				D E
OSMANLI 99	22,227				D E
TAN 99	23,393				D E
ORHANGAZİ	24,179				E

f) 2-pentil furan

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	206,724	17,227	39,529	< 0,0001
Error	26	11,331	0,436		
Corrected Total	38	218,055			

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

Duncan					
Category	LS means	Groups			
ORHANGAZİ	0,001	A			
OSMANLI 99	0,001	A			
SARISU	1,740		B		
TANAS	2,620		B	C	
ÖZBERK 82	3,280			C	
CUMHURİYET	3,393			C	D
HATİPOĞLU	4,523				D E
TAN 99	4,540				D E
ARSLANBEY	4,793				E
MUGANLI 57	4,953				E
BİRKAN	5,336				E
BOYDAK	6,750				F
KEPSUT 99	8,223				G

g) 2-etil-3-metil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	1528,972	127,414	31,568	< 0,0001
Error	26	104,942	4,036		
Corrected Total	38	1633,914			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means	Groups			
BOYDAK	0,001	A			
ARSLANBEY	3,560		B		
KEPSUT 99	8,386			C	
CUMHURİYET	14,210				D
SARISU	16,177			D	E
OSMANLI 99	17,247			D	E F
TAN 99	17,418			D	E F
ORHANGAZI	17,461			D	E F
HATİPOĞLU	18,453				E F
MUGANLI 57	18,747				E F
TANAS	19,367				E F
BİRKAN	19,610				E F
ÖZBERK 82	20,120				F

h) 1,3,6-oktatrien

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	150,273	12,523	32,292	< 0,0001
Error	26	10,083	0,388		
Corrected Total	38	160,356			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
MUGANLI 57	0,001	A
BİRKAN	0,001	A
ORHANGAZİ	0,001	A
TANAS	0,920	A B
OSMANLI 99	0,970	A B
TAN 99	1,083	A B
KEPSUT 99	1,118	A B
SARISU	1,503	B
ÖZBERK 82	1,807	B
CUMHURİYET	2,050	B
BOYDAK	3,633	C
HATİPOĞLU	3,783	C
ARSLANBEY	7,327	D

i) Benzenasetaldehit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	532,164	44,347	28,488	< 0,0001
Error	26	40,474	1,557		
Corrected Total	38	572,638			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan		
Category	LS means	Groups
OSMANLI 99	0,001	A
SARISU	0,001	A
ÖZBERK 82	0,001	A
MUGANLI 57	1,843	A B
TANAS	1,877	A B
ORHANGAZİ	2,654	B C
TAN 99	2,767	B C
CUMHURİYET	2,910	B C
KEPSUT 99	3,700	B C D
HATİPOĞLU	4,363	C D
BİRKAN	5,820	D
ARSLANBEY	10,080	E
BOYDAK	12,721	F

j) 3-etil-2,5 dimetilpirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	1027,055	85,588	28,964	< 0,0001
Error	26	76,829	2,955		
Corrected Total	38	1103,884			

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

Duncan					
Category	LS means		Groups		
BOYDAK	7,140	A			
ARSLANBEY	8,677	A			
KEPSUT 99	14,407		B		
SARISU	19,337			C	
HATİPOĞLU	20,207			C	
CUMHURİYET	20,250			C	
BİRKAN	20,340			C	
TAN 99	20,477			C	
MUGANLI 57	20,540			C	
ORHANGAZİ	21,210			C	
OSMANLI 99	21,513			C	
TANAS	21,797			C	
ÖZBERK 82	25,900				D

k) dimetil-2-vinil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	374,344	31,195	13,518	< 0,0001
Error	26	60,002	2,308		
Corrected Total	38	434,345			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
OSMANLI 99	3,460	A
KEPSUT 99	3,740	A
SARISU	3,763	A
MUGANLI 57	3,933	A
TAN 99	4,103	A
CUMHURİYET	4,313	A
ORHANGAZİ	4,746	A
BİRKAN	4,814	A
TANAS	4,923	A
ÖZBERK 82	4,923	A
HATİPOĞLU	5,973	A
ARSLANBEY	9,170	B
BOYDAK	15,168	C

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

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	53,411	4,451	10,825	< 0,0001
Error	26	10,691	0,411		
Corrected Total	38	64,102			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
ARSLANBEY	1,387	A
KEPSUT 99	2,230	A
SARISU	2,537	B
HATİPOĞLU	2,853	B
ORHANGAZİ	2,863	B
CUMHURİYET	2,990	B
BOYDAK	3,054	B
BİRKAN	3,180	B
TAN 99	3,453	B
OSMANLI 99	4,793	C
MUGANLI 57	4,830	C
TANAS	4,833	C
ÖZBERK 82	5,563	C

m) 2-metoksi-4-vinil fenol

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	493,077	41,090	64,502	< 0,0001
Error	26	16,563	0,637		
Corrected Total	38	509,640			

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

Duncan					
Category	LS means	Groups			
ARSLANBEY	0,001	A			
HATİPOĞLU	0,001	A			
SARISU	0,001	A			
ÖZBERK 82	0,001	A			
MUGANLI 57	1,177	A	B		
TANAS	1,562		B	C	
BİRKAN	2,592			C	D
BOYDAK	3,560				D
ORHANGAZİ	4,805				E
TAN 99	6,843				E
KEPSUT 99	6,854				F
CUMHURİYET	7,383				F
OSMANLI 99	11,640				F
					G

n) Trans- α -bergamoten

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	9,464	0,789	17,136	< 0,0001
Error	26	1,197	0,046		
Corrected Total	38	10,660			

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

Duncan						
Category	LS means	Groups				
SARISU	0,001	A				
TANAS	0,001	A				
ÖZBERK 82	0,427	B				
BOYDAK	0,624	B	C			
BİRKAN	0,667	B	C			
CUMHURİYET	0,783	B	C			
MUGANLI 57	0,840		C			
HATİPOĞLU	0,897		C	D		
TAN 99	0,947		C	D	E	
OSMANLI 99	1,240			D	E	F
ORHANGAZİ						
99	1,304				E	F
KEPSUT 99	1,362					F
ARSLANBEY	1,753					G

o) dekanedioik asit

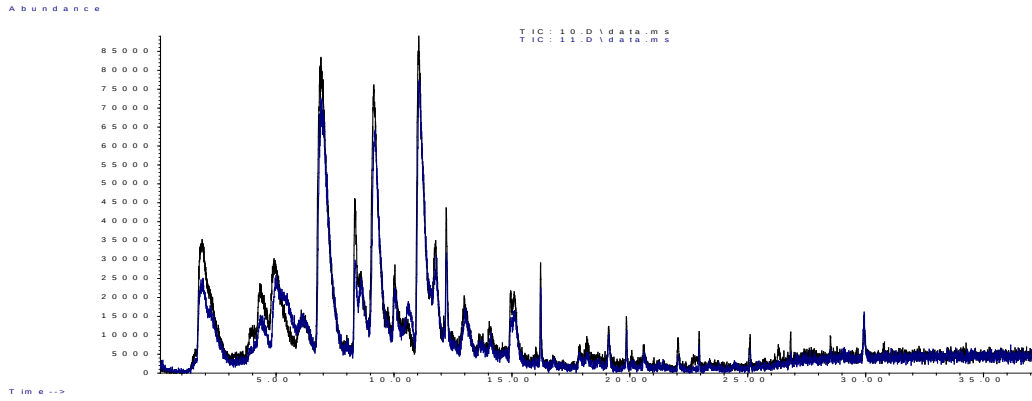
Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	8,451	0,704	40,490	< 0,0001
Error	26	0,452	0,017		
Corrected Total	38	8,903			

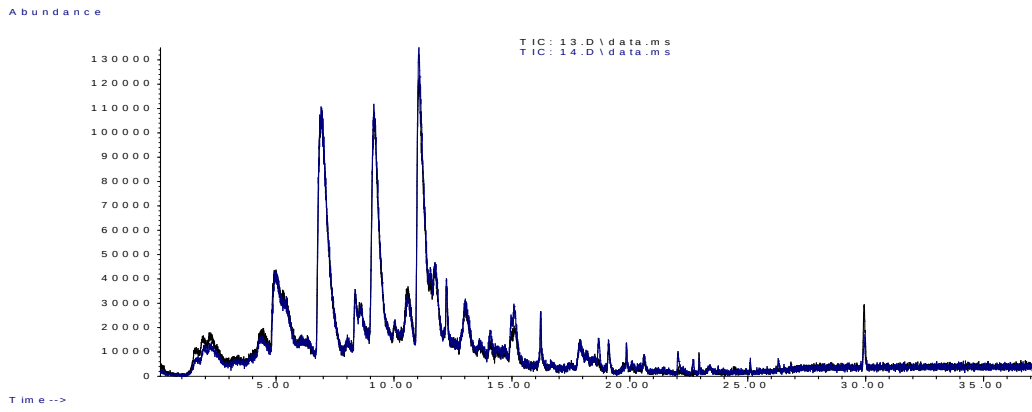
Computed against model $Y = \text{Mean}(Y)$

Duncan						
Category	LS means	Groups				
ARSLANBEY	0,001	A				
BOYDAK	0,001	A				
MUGANLI 57	0,001	A				
ORHANGAZİ 99	0,001	A				
OSMANLI 99	0,001	A				
SARISU	0,001	A				
ÖZBERK 82	0,001	A				
TANAS	0,350		B			
BİRKAN	0,470		B			
HATİPOĞLU	0,813			C		
CUMHURİYET	0,873			C		
KEPSUT 99	1,182					D
TAN 99	1,233					D

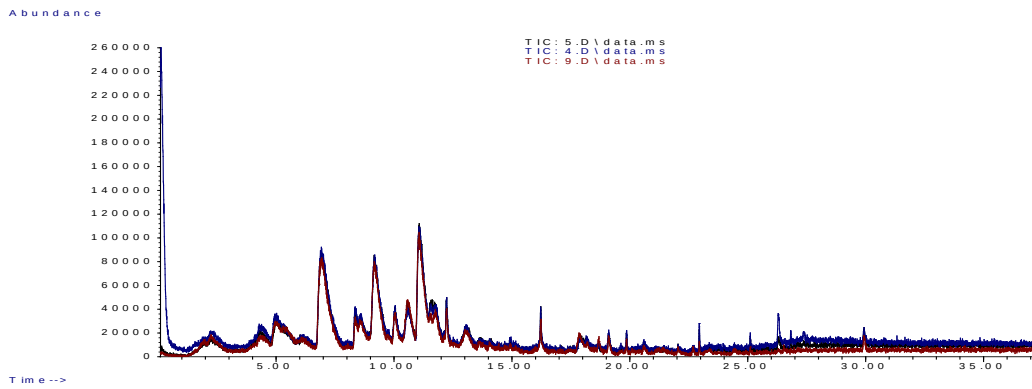
Ek 41. Antalya yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



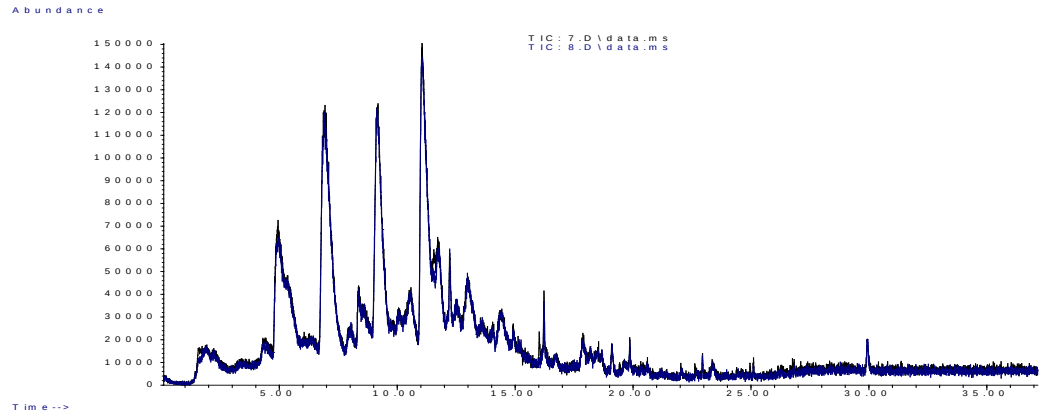
Ek 42. Adana yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 43. Fethiye yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 44. Uşak yöresi kavrulmuş susam tohumuna ait SPME/GC/MS analizi total iyon kromatogramı



Ek 45. Yöresel kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen ortak bileşenlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) Hegzanal

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	6,388	2,129	4,705	0,035
Error	8	3,621	0,453		
Corrected Total	11	10,009			

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

Duncan			
Category	LS means		Groups
ADANA	3,047	A	
UŞAK	3,060	A	
FETHİYE	3,463	A	
ANTALYA	4,830		B

b) 2-metil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	53,665	17,888	6,018	0,019
Error	8	23,780	2,973		
Corrected Total	11	77,446			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
FETHİYE	5,437	A
ANTALYA	6,890	A
ADANA	7,470	A
UŞAK	11,173	B

c) 2,5-dimetil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	47,452	15,817	3,110	0,089
Error	8	40,690	5,086		
Corrected Total	11	88,142			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan		
Category	LS means	Groups
UŞAK	18,947	A
FETHİYE	21,460	A
ADANA	23,550	B
ANTALYA	23,950	B

d) 2-pentil furan

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	11,051	3,684	410,055	< 0,0001
Error	8	0,072	0,009		
Corrected Total	11	11,123			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan		
Category	LS means	Groups
ADANA	0,001	A
ANTALYA	0,001	A
UŞAK	0,867	B
FETHİYE	2,350	C

e) 2-etil-3-metil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	6,625	2,208	0,452	0,723
Error	8	39,068	4,883		
Corrected Total	11	45,693			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
UŞAK	14,770	A
ADANA	16,373	A
FETHİYE	16,430	A
ANTALYA	16,617	A

f) 1,3,6-oktatrien

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	11,548	3,849	5,252	0,027
Error	8	5,864	0,733		
Corrected Total	11	17,411			

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

Duncan		
Category	LS means	Groups
ADANA	1,053	A
UŞAK	1,403	A
ANTALYA	2,580	A
FETHİYE	3,530	B

g) Benzenasetaldehit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	39,019	13,006	10,976	0,003
Error	8	9,480	1,185		
Corrected Total	11	48,498			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan

Category	LS means	Groups
ANTALYA	2,133	A
UŞAK	2,277	A
ADANA	3,717	A
FETHİYE	6,620	B

h) 3-etil-2,5 dimetilpirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	11,393	3,798	2,002	0,192
Error	8	15,176	1,897		
Corrected Total	11	26,568			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan

Category	LS means	Groups
ANTALYA	18,083	A
UŞAK	19,230	A
FETHİYE	19,413	A
ADANA	20,827	A

i) dimetil-2-vinil pirazin

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	3,067	1,022	0,104	0,955
Error	8	78,481	9,810		
Corrected Total	11	81,549			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
FETHİYE	5,307	A
UŞAK	5,673	A
ANTALYA	6,337	A
ADANA	6,570	A

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

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	20,521	6,840	7,861	0,009
Error	8	6,961	0,870		
Corrected Total	11	27,482			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
ANTALYA	2,560	A
FETHİYE	3,310	A
ADANA	3,687	A
UŞAK	6,057	B

k) 2-metoksi-4-vinil fenol

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	9,874	3,291	31,842	< 0,0001
Error	8	0,827	0,103		
Corrected Total	11	10,701			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan

Category	LS means	Groups
ANTALYA	0,001	A
ADANA	1,117	B
UŞAK	2,153	C
FETHİYE	2,230	C

l) trans α -bergamoten

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,213	0,071	2,911	0,101
Error	8	0,195	0,024		
Corrected Total	11	0,408			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan

Category	LS means	Groups
UŞAK	0,680	A
ADANA	0,793	A
ANTALYA	0,867	A
FETHİYE	1,047	B

m) dekanedioik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,777	0,259	1,216	0,365
Error	8	1,704	0,213		
Corrected Total	11	2,480			
<i>Computed against model Y=Mean(Y)</i>					
Duncan					
Category	LS means		Groups		
UŞAK	0,563		A		
FETHİYE	0,943		A		
ADANA	1,083		A		
ANTALYA	1,253		A		

Ek 46. Tescilli kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) kavrulmuş

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	12,732	0,637	106,100	< 0,0001
Error	44	0,264	0,006		
Corrected Total	64	12,996			
<i>Computed against model Y=Mean(Y)</i>					
Duncan					
Category	LS means		Groups		
ORHANGAZİ 99	2,720		A		
HATİPOĞLU	3,080		A		
BOYDAK	3,120		A		
KEPSUT 99	3,260		A		
SARISU	3,400		A		
CUMHURİYET	3,520		A		
BİRKAN	3,540		A		
TANAS	3,580		A		
TAN 99	3,700		A		
OSMANLI 99	4,000		B		
MUGANLI 57	4,000		B		
ARSLANBEY	4,040		B		
ÖZBERK 82	4,380		C		

b) bitkisel yağ

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	31,178	1,559	163,313	< 0,0001
Error	44	0,420	0,010		
Corrected Total	64	31,598			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
KEPSUT 99	2,040	A
BİRKAN	2,320	A
SARISU	2,320	A
TANAS	2,600	A
ORHANGAZİ 99	2,760	A
TAN 99	2,800	A
CUMHURİYET	2,840	A
ÖZBERK 82	2,980	A
OSMANLI 99	3,100	B
MUGANLI 57	3,380	C
ARSLANBEY	3,920	D
HATİPOĞLU	4,240	E
BOYDAK	4,260	E

c) ac1

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	29,270	1,464	217,548	< 0,0001
Error	44	0,296	0,007		
Corrected Total	64	29,566			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means		Groups		
ORHANGAZİ 99	1,060	A			
CUMHURİYET	1,260	A			
BİRKAN	1,280	A			
TAN 99	1,500	A			
TANAS	1,620	A			
ARSLANBEY	1,720	A			
KEPSUT 99	1,740	A			
SARISU	1,740	A			
MUGANLI 57	1,820	A	B		
OSMANLI 99	2,000		B		
ÖZBERK 82	2,440			C	
BOYDAK	2,960				D
HATİPOĞLU	3,540				E

d) toprak

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	12,887	0,644	97,097	< 0,0001
Error	44	0,292	0,007		
Corrected Total	64	13,179			

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

Duncan					
Category	LS means		Groups		
ORHANGAZİ					
99	0,840	A			
BİRKAN	1,040	A			
TANAS	1,040	A			
CUMHURİYET	1,320	A			
MUGANLI 57	1,400	A			
KEPSUT 99	1,460	A			
OSMANLI 99	1,500	A			
TAN 99	1,700	A	B		
SARISU	1,820	A	B		
BOYDAK	1,880	A	B		
ÖZBERK 82	1,880		B		
HATİPOĞLU	2,060			C	
ARSLANBEY	2,500				D

e) odun

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	9,866	0,493	64,602	< 0,0001
Error	44	0,336	0,008		
Corrected Total	64	10,202			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan				
Category	LS means	Groups		
KEPSUT 99	1,460	A		
ORHANGAZİ				
99	1,960	A		
ÖZBERK 82	1,980	A		
SARISU	2,080	A		
CUMHURİYET	2,200	A	B	
OSMANLI 99	2,200	A	B	C
TAN 99	2,300	A	B	C
BİRKAN	2,380	A	B	C
TANAS	2,420			C
MUGANLI 57	2,600			D
BOYDAK	2,680			D
HATİPOĞLU	2,760			E
ARSLANBEY	3,000			F

f) ekşi

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	2,406	0,120	40,097	< 0,0001
Error	44	0,132	0,003		
Corrected Total	64	2,538			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan						
Category	LS means		Groups			
HATİPOĞLU	0,360	A				
BOYDAK	0,360	A				
TAN 99	0,500	A				
CUMHURİYET	0,640	A				
OSMANLI 99	0,700	A				
ARSLANBEY	0,700	A				
BİRKAN	0,720	A				
MUGANLI 57	0,720	A				
TANAS	0,760	A				
ORHANGAZİ						
99	0,780	A	B			
ÖZBERK 82	0,920			C		D
SARISU	0,960					D
KEPSUT 99	1,000					D

g) findık-fıstık

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	20	24,465	1,223	203,872	< 0,0001
Error	44	0,264	0,006		
Corrected Total	64	24,729			

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

Duncan			
Category	LS means	Groups	
SARISU	2,060	A	
HATİPOĞLU	2,100	A	
ARSLANBEY	2,180	A	
BOYDAK	2,580	A	
KEPSUT 99	2,820	A	
MUGANLI 57	3,200	A	
TAN 99	3,300	A	
ÖZBERK 82	3,420	A	B
ORHANGAZİ			
99	3,460	A	B
BİRKAN	3,560	A	B
CUMHURİYET	3,580	A	R
OSMANLI 99	3,800		C D
TANAS	3,820		D

Ek 47. Yöresel kavrulmuş susam tohumu örneklerinde belirlenen lezzet karakterlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) kavrulmuş

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	14,366	4,789	1915,400	< 0,0001
Error	16	0,040	0,002		
Corrected Total	19	14,406			

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

Duncan			
Category	LS means	Groups	
ANTALYA	2,000	A	
FETHİYE	3,500		B
ADANA	3,760		C
UŞAK	4,280		D

b) bitkisel yağ

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	1,478	0,493	65,667	< 0,0001
Error	16	0,120	0,007		
Corrected Total	19	1,598			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan

Category	LS means	Groups
FETHİYE	2,420	A
ADANA	2,560	B
UŞAK	2,780	C
ANTALYA	3,140	D

c) acı

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	4,338	1,446	340,196	< 0,0001
Error	16	0,068	0,004		
Corrected Total	19	4,406			

Computed against model Y=Mean(Y)

Duncan

Category	LS means	Groups
FETHİYE	1,160	A
ADANA	1,660	B
ANTALYA	1,860	C
UŞAK	2,460	D

d) toprak

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	2,980	0,993	172,754	< 0,0001
Error	16	0,092	0,006		
Corrected Total	19	3,072			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
FETHİYE	0,960	A
UŞAK	1,740	B
ADANA	1,880	C
ANTALYA	1,900	C

e) odun

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	1,338	0,446	137,179	< 0,0001
Error	16	0,052	0,003		
Corrected Total	19	1,390			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan		
Category	LS means	Groups
ADANA	2,100	A
UŞAK	2,460	B
FETHİYE	2,720	C
ANTALYA	2,740	C

f) yeşil

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	2,176	0,725	74,393	< 0,0001
Error	16	0,156	0,010		
Corrected Total	19	2,332			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means	Groups			
UŞAK	0,580	A			
ANTALYA	0,740		B		
ADANA	1,220			C	
FETHİYE	1,380				D

g) fındık-fıstık

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	10,466	3,489	872,125	< 0,0001
Error	16	0,064	0,004		
Corrected Total	19	10,530			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means	Groups			
UŞAK	1,760	A			
ANTALYA	2,520		B		
ADANA	3,240			C	
FETHİYE	3,660				D

Ek 48. Tescilli çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen yağ asitlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) palmitik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	6,086	0,507	9,663	< 0,0001
Error	26	1,365	0,052		
Corrected Total	38	7,451			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan					
Category	LS means	Groups			
ORHANGAZİ					
99	8,560	A			
HATİPOĞLU	8,637	A	B		
BOYDAK	8,810	A	B		
CUMHURİYET	8,877	A	B	C	
ARSLANBEY	8,910	A	B	C	
OSMANLI 99	8,937	A	B	C	
SARISU	9,043		B	C	D
KEPSUT 99	9,250			C	D E
BİRKAN	9,307			C	D E
TAN 99	9,423				D E
ÖZBERK 82	9,483				E
MUGANLI 57	9,550				E
TANAS	10,007				F

b) stearik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	3,351	0,279	23,033	< 0,0001
Error	26	0,315	0,012		
Corrected Total	38	3,666			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan			
Category	LS means	Groups	
SARISU	4,907	A	
MUGANLI 57	5,163	B	
TAN 99	5,163	B	
KEPSUT 99	5,193	B	
ÖZBERK 82	5,293	B	
CUMHURİYET	5,297	B	
ARSLANBEY	5,503	C	
TANAS	5,507	C	
HATİPOĞLU	5,690	C	D
BİRKAN	5,693	C	D
ORHANGAZİ 99	5,737		D
OSMANLI 99	5,827		D
BOYDAK	5,897		D

c) oleik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	173,317	14,443	55,282	< 0,0001
Error	26	6,793	0,261		
Corrected Total	38	180,110			

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

Duncan											
Category	LS means	Groups									
CUMHURİYET	38,207	A									
SARISU	39,257		B								
KEPSUT 99	39,750		B								
OSMANLI 99	40,710			C							
TAN 99	40,727			C							
ÖZBERK 82	41,393			C	D						
MUGANLI 57	41,770				D						
ORHANGAZİ											
99	42,280				D	E					
TANAS	42,923					E	F				
ARSLANBEY	43,493						F	G			
HATİPOĞLU	44,083							G	H		
BOYDAK	44,823								H	I	
BİRKAN	45,423										I

d) linoleik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	208,517	17,376	43,155	< 0,0001
Error	26	10,469	0,403		
Corrected Total	38	218,986			

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

Duncan					
Category	LS means	Groups			
BİRKAN	38,953	A			
BOYDAK	39,877	A			
HATİPOĞLU	41,003		B		
TANAS	41,047		B		
ARSLANBEY	41,507		B		
ORHANGAZİ 99	42,883		C		
MUGANLI 57	42,957		C	D	
ÖZBERK 82	43,233		C	D	
OSMANLI 99	43,877		C	D	
TAN 99	44,093			D	
KEPSUT 99	45,200				E
SARISU	46,213				E F
CUMHURİYET	47,030				F

e) linolenik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	12	0,042	0,003	1,248	0,306
Error	26	0,072	0,003		
Corrected Total	38	0,114			

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

Duncan					
Category	LS means	Groups			
TANAS	0,517	A			
ORHANGAZİ 99	0,540	A	B		
MUGANLI 57	0,560	A	B	C	
SARISU	0,580	A	B	C	
ARSLANBEY	0,587	A	B	C	
HATİPOĞLU	0,587	A	B	C	
CUMHURİYET	0,590	A	B	C	
TAN 99	0,593	A	B	C	
BOYDAK	0,597	A	B	C	
ÖZBERK 82	0,597	A	B	C	
KEPSUT 99	0,607	A	B	C	
BİRKAN	0,623		B	C	
OSMANLI 99	0,650			C	

Ek 49. Yöresel çiğ susam tohumu örneklerinde belirlenen yağ asitlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

a) palmitik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,204	0,068	26,531	0,000
Error	8	0,020	0,003		
Corrected Total	11	0,224			

Duncan

Category	LS means	Groups
ANTALYA	8,987	A
FETHİYE	9,157	B
UŞAK	9,227	B
ADANA	9,347	C

b) stearik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,396	0,132	14,787	0,001
Error	8	0,071	0,009		
Corrected Total	11	0,467			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Duncan

Category	LS means	Groups
ADANA	5,190	A
ANTALYA	5,397	B
FETHİYE	5,480	B
UŞAK	5,697	C

c) oleik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	7,921	2,640	68,847	< 0,0001
Error	8	0,307	0,038		
Corrected Total	11	8,228			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
UŞAK	41,820	A
FETHİYE	42,393	B
ANTALYA	43,663	C
ADANA	43,697	C

d) linoleik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	4,679	1,560	84,197	< 0,0001
Error	8	0,148	0,019		
Corrected Total	11	4,827			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
ADANA	41,203	A
ANTALYA	41,380	A
FETHİYE	42,397	B
UŞAK	42,647	B

e) linolenik asit

Analysis of variance:

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	0,004	0,001	7,238	0,011
Error	8	0,001	0,000		
Corrected Total	11	0,005			

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

Duncan

Category	LS means	Groups
ADANA	0,563	A
ANTALYA	0,573	A
FETHİYE	0,573	A
UŞAK	0,610	B