

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'NİN FARKLI YETİŞTİRİLME BÖLGELERİNDEN
TOPLANAN YEREL SUSAM (*Sesamum indicum* L.)
ÇEŞİTLERİNİN AYNI EKOLOJİK ŞARTLARDA
YETİŞTİRİLEREK BESİN İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Halime ALPEREN**

**Danışman
Doç. Dr. Hasan YALÇIN
Yrd. Doç. Dr. Eray TULUKÇU**

Yüksek Lisans Tezi

**Haziran 2013
KAYSERİ**

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'NİN FARKLI YETİŞTİRİLME
BÖLGELERİNDEN TOPLANAN YEREL SUSAM
(*Sesamum indicum* L.) ÇEŞİTLERİNİN AYNI EKOLOJİK
ŞARTLARDA YETİŞTİRİLEREK BESİN İÇERİĞİNİN
BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Halime ALPEREN

Danışman

Doç. Dr. Hasan YALÇIN
Yrd. Doç. Dr. Eray TULUKÇU

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FYL-2013-4341 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Haziran 2013

KAYSERİ

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir Şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



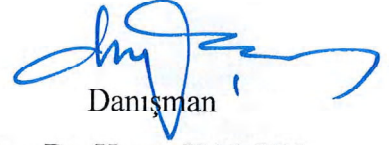
Halime ALPEREN

'Türkiye'nin Farklı Yetiştirilme Bölgelerinden Toplanan Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşitlerinin Aynı Ekolojik Şartlarda Yetiştirilerek Besin İçeriğinin Belirlenmesi' adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Tezi Hazırlayan

Halime ALPEREN



Danışman

Doç. Dr. Hasan YALÇIN



Gıda Mühendisliği ABD Başkanı Y.

Prof. Dr. Mehmet HAYTA

Doç. Dr. Hasan YALÇIN danışmanlığında Halime ALPEREN tarafından hazırlanan “Türkiye’nin Farklı Yetiştirilme Bölgelerinden Toplanan Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşitlerinin Aynı Ekolojik Şartlarda Yetiştirilerek Besin Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

28.06.2013

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Hasan YALÇIN

Üye : Prof. Dr. Ahmed KAYACIER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa DEMİRKAYA

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 26.07/2013 tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

2013/32-15

26. / 07. / ... 2013.


Prof. Dr. Kâzım KEŞİOĞLU
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgisi ve deneyimiyle beni yönlendiren, değerli zamanını benden esirgemeyen ve güler yüzüyle motivasyonumu artıran tez danışman hocam Doç. Dr. Hasan YALÇIN'a,

Susam tohumlarını yetiştiren ve yazım aşamasında içtenlikle yardım eden ikinci danışmanım Yrd. Doç. Dr. Eray TULUKÇU'ya,

Deney aşamasında desteğinden dolayı Sivas Gıda Kontrol Laboratuvarı Müdürü Burhan TOKGÖZ'e,

Deney aşamasında yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. İsmet ÖZTÜRK'e, Ar. Gör. Hatice KAVUNCUOĞLU'na, değerli mesai arkadaşlarım Hilal İŞLEYEN YORULMAZ'a, Şenay KARSLIOĞLU'na, Demet BAYIR'a,

İstatistiksel analiz aşamasında yardımından dolayı değerli hocam Prof. Dr. Ahmed KAYACIER'e,

Yazım aşamasında destek olan mesai arkadaşlarım M. Mete DOĞRUYOL'a, Kürşat SARITAŞ'a; mesai ve oda arkadaşım, manevi ablam Ayla KARAKUŞ'a,

FYL-2013-4341 kodlu projeye destek olan Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Tüm yaşamım boyunca kalpleri devamlı benimle atan, bana daima güvenen, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim ve çok sevdiğim aileme ve özellikle kardeşim Rukiye ALPEREN'e,

Ve emeği geçen herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

Halime ALPEREN
Haziran 2013, Kayseri

**TÜRKİYE’NİN FARKLI YETİŞTİRİLME BÖLGELERİNDEN
TOPLANAN YEREL SUSAM (*Sesamum indicum* L.) ÇEŞİTLERİNİN
AYNI EKOLOJİK ŞARTLARDA YETİŞTİRİLEREK BESİN
İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Halime ALPEREN

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2013**

Danışman

Doç. Dr. Hasan YALÇIN

Yrd. Doç. Dr. Eray TULUKÇU

ÖZET

Ülkemizde daha çok tahin, tahin helvası yapımında ve fırıncılık sektöründe kullanılan susam (*Sesamum indicum* L.) %50-60 arasında değişen yüksek yağ, %20-25 arasında değişen yüksek protein ve zengin aromatik bileşen içeriği ile değerli bir yağlı tohumdur. Susam yağı, bazı ülkelerde yemeklik yağ olarak tüketilmektedir ve yüksek miktarda antioksidan içermesi nedeniyle diğer bitkisel yağlara göre oksidatif bozulmaya oldukça dirençlidir. Bu tezin amacı Türkiye’nin farklı yetiştirme bölgelerinden yüksek yağ ve protein değerlerine sahip yedi yerli ve ayrıca bir yabancı (Pakistan) kökenli, toplam sekiz susam çeşidinin Çumra ekolojik koşullarında, aynı şartlarda yetiştirildikten sonraki bazı besin özelliklerini belirlemektir. Türkiye’nin tüm bölgelerinden yüz farklı yerel susam çeşidi getirtilip yağ ve protein oranları belirlenmiştir. En yüksek oranlara sahip yedi yerel ve bir yabancı çeşit Çumra’da yetiştirilmiş ve elde edilen ürünlerin yağ oranı, protein oranı ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenerek tohumluklarla kıyaslanmıştır. Diyarbakır Cüngüş çeşidinin yağ oranı istatistiksel olarak anlamlı miktarda artarken Mersin Mut çeşidinin yağ oranı sabit kalmıştır. Bütün çeşitlerin protein ve oleik asit oranı artmış, linoleik asit oranı azalmıştır. Tohumluk susamların uçucu aromatik bileşenleri analizine göre ısı işlem görmemiş susamda en çok ortalama %23.6 ile delta-3-karen, %17.6 ile 1-hekzano1, %8.6 ile 1,3-dikloro benzen, %10.4 N-metil-1,3-ditiyoizindolin, %6.1 benzoik asit (Pakistan hariç), %29.6 metoksi-fenil

oksim (Pakistan hariç) ve yalnızca Pakistan örneğinde %28.7 benzaldehit saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlarla ısıtılmış susamın uçucu bileşenlerinin literatürdeki eksikliği giderilmiştir. Sonuç olarak Diyarbakır Çüngüş ve Mersin Mut çeşitlerinin yüksek yağ verimi ile Konya ekolojik koşullarında yetiştirilebilecek çeşitler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Susam (*Sesamum indicum* L.), yağ, protein, yağ asitleri, uçucu bileşenler

**DETERMINATION OF THE NUTRITIONAL PROPERTIES OF
TURKISH LOCAL SESAME SEED (*Sesamum indicum* L.)
VARIETIES WHICH COLLECTED FROM DIFFERENT
LOCATIONS OF TURKEY AND CULTIVATED IN THE SAME
ECOLOGICAL CONDITIONS**

Halime ALPEREN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, July 2013

Supervisor

Assoc. Prof. Dr. Hasan YALÇIN

Assist. Prof. Dr. Eray TULUKÇU

ABSTRACT

Sesame which is generally used to make tahin, helva and as a spice in bakery industry in Turkey, (*Sesamum indicum* L.) is a valuable oil crop constituting 50-60% oil, 20-25% protein and rich volatile aromatic compound content. Sesame oil consumes as cooking oil in some countries and it has higher resistance than other seed oil against oxidative deterioration because of its high amount of antioxidant content. The overall aim of this study was to determine some nutritional properties of seven different local varieties and one foreign variety (from Pakistan) containing high oil and protein ratio after planted under the same ecological conditions in Cumra. One hundred local sesame varieties were provided from all region of Turkey and determined oil and protein contents. Seven local varieties which have high oil content and one variety from Pakistan were chosen and planted in Cumra. Their oil and protein ratio and fatty acid composition were compared with foundation stock. As a result, oil ratio of Diyarbakir variety increased, Mersin Mut variety is constant and the rest of them decreased. Protein and oleic acid ratio increased and linoleic acid ratio decreased in these varieties entire. The average ratios of the most abundant volatile compounds were identified as 23.6% delta-3-carene, 17.6% 1-hexanol, 8.6% 1,3-dichloro benzene, 10.4% N-methyl-1,3-dithioisoindoline, 6.1% benzoic acid (except Pakistan), 29.6% methoxy-phenyl oxime (except Pakistan)

according to results of the analysis of volatile aromatic compounds of sesame seeds. Benzaldehyde (28.7%) was determined in only Pakistan variety. These results obtained from raw (without heat treatment) seeds and we try to compensate deficiency of this information of literature.

In conclusion, Diyarbakir Cungus and Mersin Mut varieties are the best varieties planted in Cumra ecological conditions from these eight varieties with their high oil content.

Keywords: Sesame (*Sesamum indicum* L.), oil, protein, fatty acids, volatile compounds

İÇİNDEKİLER

TÜRKİYE'NİN FARKLI YETİŞTİRİLME BÖLGELERİNDEN TOPLANAN YEREL SUSAM (*Sesamum indicum* L.) ÇEŞİTLERİNİN AYNI EKOLOJİK ŞARTLARDA YETİŞTİRİLEREK BESİN İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.	v
ABSTRACT.	vii
İÇİNDEKİLER.	ix
KISALTMALAR.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Susam.....	5
1.1.1. Susamın fizyolojik ve morfolojik özellikleri	7
1.1.2. Susam tarımı.....	9
1.1.3. Susam ve diğer tek yıllık yağlı tohumların üretim, verim ve fiyat istatistikler	12
1.1.4. Susamın kimyasal bileşimi	17
1.1.4.1. Susam yağı ve yağ asitleri	19
1.1.4.2. Susam proteinleri	30
1.1.4.3. Susamın uçucu aromatik bileşenleri.....	34
1.2. Tohum ve Yağ Verimi.	39
1.2.1. Çeşitli tarımsal uygulamalarla verimi artırma çalışmaları	39
1.2.2. Verim artırmaya yönelik genetik çalışmalar.....	40

1.2.3. Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile yağ verimi.....	41
1.3. Susam ve Ürünlerinin Fonksiyonel Kullanımları.....	42
1.4. Susam ve Ürünlerinin Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri	44

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal.....	47
2.1.1. Susam örnekleri	47
2.1.2. Kimyasal maddeler ve standartlar	49
2.1.3. Alet ve ekipmanlar	49
2.2. Yöntem.....	49
2.2.1. Yetiştirilecek susam çeşitlerinin belirlenmesi.....	49
2.2.2. Tohumların deneme alanına ekilmesi ve hasat edilmesi	49
2.2.3. Bitkisel özelliklerinin tespiti.....	49
2.2.4. Toplam yağ miktarı tayini.....	50
2.2.5. Ham protein miktarı tayini	51
2.2.6. Susam yağının yağ asitleri tayini	52
2.2.7. Uçucu aromatik bileşenlerin tayini.....	52

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Tarımsal Bulgular	54
3.2. Susam Tohumunun Yağ Oranı	57
3.3. Susam Tohumunun Protein Oranı	58
3.4. Susam Tohumunun Uçucu Aroma Bileşenleri	59
3.5. Susam Yağının Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	63

4. BÖLÜM
TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma ve Sonuç	68
4.2. Öneriler	75
KAYNAKLAR	77
EKLER.....	93
ÖZGEÇMİŞ	105

KISALTMALAR

ANOVA:	Tek Yönlü Varyans Analizi
BHA:	Bütillenmiş Hidroksianisol
FAO:	Gıda ve Tarım Örgütü
FID:	Alev İyonizasyon Dedektörü
GC:	Gaz Kromatografisi
GC-MS:	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi
g:	Gram
kDa:	Kilodalton
KOH:	Potasyum Hidroksit
l:	Litre
µl:	Mikrolitre
mg:	Miligram
ml:	Mililitre
mmol:	Milimol
N:	Normalite
rpm:	Dakikadaki devir sayısı
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
SAFE :	Solvent Yardımlı Lezzet Evaporasyonu (Solvent-Assisted Flavor Evaporation)
EN:	Elektronik Burun
SPME:	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
SDE :	Buhar destilasyon ekstraksiyonu
GC/O:	Gaz Kromatografisi/Olfaktometri
HRGC-MS:	Yüksek Çözünürlüklü Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
FID:	Alev İyonizasyon Dedektörü

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Susam tohumunun bileşen kompozisyonu	17
Tablo 1.2. Susam tohumunun değişik yıllarda değişik kaynaklarda rapor edilen bileşen kompozisyonu	18
Tablo 1.3. Susam yağının minör bileşenleri.....	19
Tablo 1.4. Dünya genelinde en çok üretimi yapılan tek yıllık yağ bitkileri ve % yağ içerikleri.....	20
Tablo 1.5. Çeşitli kaynaklarda susam yağının % yağ asiti kompozisyonu	21
Tablo 1.6. Çeşitli bitkilerin tohumlarının veya meyvelerinin yağ asitleri kompozisyonlarının karşılaştırılması	23
Tablo 1.7. Tohum renkliliği ile yağ asitleri kompozisyonu arasındaki ilişki.....	24
Tablo 1.8. Susam gelişimi ile 5 major yağ asitinin miktarındaki değişim	26
Tablo 1.9. Çeşitli içsel ve dışsal faktörlerin etkisi ile yağ asitlerinin değişimi	27
Tablo 3.1. Susam çeşitlerinin fiziksel özellikleri	55
Tablo 3.2. Susam çeşitlerinin kapsülleri ile ilgili bulgular ve bin tane ağırlığı	56
Tablo 3.3. Çeşitlerin Konya'ya ekilmeden önceki ve ekildikten sonraki % yağ değerleri	57
Tablo 3.4. Çeşitlerin birim alandan alınan yağ verimi	58
Tablo 3.5. Çeşitlerin Konya'ya ekilmeden önceki ve ekildikten sonraki % protein değerleri	59
Tablo 3.6. Çeşitlerin Konya'ya ekildikten sonraki uçucu bileşen kompozisyonu	61
Tablo 3.7. Çeşitlerin Konya'ya ekilmeden önceki yağ asitleri kompozisyonu	63
Tablo 3.8. Çeşitlerin Konya'ya ekildikten sonraki yağ asitleri kompozisyonu	64
Tablo 3.9. Majör doymuş yağ asitlerinin değişimi	65
Tablo 3.10. Majör doymamış yağ asitlerinin değişimi	66

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. 2011 yılı susam üretim miktarı	13
Şekil 1.2. 2011 yılı susam verimi	13
Şekil 1.3. Türkiye’de 2002-2012 yılları arası susam üretim miktarı ve verimi.	14
Şekil 1.4. Konya’da 2002-2012 yılları arası susam üretim miktarı ve verimi.	15
Şekil 1.5. Çumra’da 2002-2012 yılları arası susam üretim miktarı ve verimi.	15
Şekil 1.6. Yıllara göre Türkiye’de tek yıllık yağlı bitkilerin üretim miktarları-1	16
Şekil 1.7. Yıllara göre Türkiye’de tek yıllık yağlı bitkilerin üretim miktarları-2	17
Şekil 2.1. Tohumluk susamların resimleri	48
Şekil 3.1. Çeşitlerin Konya’ya ekilmeden önceki oleik ve linoleik asit oranlarının toplamı	67
Şekil 3.2. Çeşitlerin Konya’ya ekildikten sonraki oleik ve linoleik asit oranlarının toplamı	67

GİRİŞ

Susam (*Sesamum indicum* L.), tohumlarında bulunan yüksek miktardaki ve iyi kalitedeki yağı ile kültürü yapılan en eski ve en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Susam tohumlarının %50'den, hatta bazen %60'tan fazlası yağdan meydana gelmektedir [1].

Susam yağında diğer bitkisel yağlardan farklı olarak her birinin oranı yaklaşık % 35-50 arasında değişen oleik ve linoleik asitler bulunmaktadır [2]. Ayrıca, sesamol (8.11 mg/kg), sesamin (%0.65) ve sesamolin (%0.18) gibi kendine özgü antioksidan bileşenleri nedeniyle susam yağı oksidasyona karşı son derece dirençlidir [3]. Yaklaşık %85 doymamış yağ içermesine rağmen oksidatif stabilitesi diğer bitkisel yağlardan üstündür [4].

Eski çağlardan beri susam, sadece yüksek yağ içeriği ile değil, tıbbi etkileri nedeniyle de değerli bir yağlı tohum olarak kabul edilmektedir [5]. Çin ve Japonya'da, beslenme durumunu iyileştirmek ve çeşitli hastalıklardan korunmak için binlerce yıldır kullanılmaktadır.

Dünya genelinde kültürü yapılan tek yıllık yağ bitkilerinden olan soya, kolza, yer fıstığı ve ayçiçeğinden sonra en fazla ekimi yapılan bitki susamdır [6].

Susamın, yetiştirme süresi kısa (90-120 gün) ve toprak seçiciliği az, su ve besin maddelerine ihtiyacı düşüktür. Sıcağa ve kuraklığa toleranslı, kolaylıkla ekim nöbetine sokulabilecek özellikte ve pazarlama sorunu olmayan bir üründür. Bu nedenlerden dolayı susamın Türkiye'de ana ürün ve ikinci ürün tarımında önemli bir yere sahip olması beklenir. Ancak susamın ülkemizdeki tarımsal potansiyeli henüz tam olarak anlaşılmış değildir [7].

Yüksek yağ içeriğine sahip olmasına rağmen, birim alandaki tohum veriminin diğer ürünlere göre düşük olması nedeniyle susam önemli bir yağ hammaddesi olamamıştır.

Başka kullanım alanlarında daha değerli bir materyal olduğundan yağ üretiminde kullanılması ekonomik olamamaktadır. Tohum ithalatına son verilmesi için susam tarımının ülkemizde geliştirilip yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu durum susamdan yemeklik yağ olarak faydalanmayı beraberinde getirecektir. Susam; tahin, tahin helvası, unlu-şekerli gıdaların üretiminde yoğun olarak kullanıldığından Türkiye için vazgeçilmez konumdadır [8].

Susam yüksek yağ kalitesi ile dünya bitkisel yağ üretiminde önemli bir yer tutmaktadır. Ancak ekonomik olmaması nedeniyle ülkemizde yemeklik yağ olarak kullanımını sınırlı kalmıştır. Susam üretiminin yoğun olarak yapıldığı Asya ülkelerinde (Hindistan, Çin, Afganistan, Pakistan, Bangladeş, Endonezya ve Srilanka) üretilen susam, geniş oranda bitkisel yağ (%77,6) olarak değerlendirilmekte, diğer kısmı ise pastacılıkta (%20,1) ve tohumluk olarak (%2,3) tüketilmektedir. Tohumunda %50–60 oranında yağ bulunan susam, Türkiye’de ise daha çok tahin ve tahin helvası imalinde, unlu mamullerin üretiminde, yağı ise parfümeri, kozmetik ve sabun sanayinde kullanılmaktadır [9].

Ticari olarak susam tohumları renk, büyüklük, yağ ve nem konsantrasyonlarına göre değerlendirilmektedir [10].

Düşük tohum veriminden dolayı dünya genelinde susam tarımı gelişmemiştir. Ayrıca, makineli hasada uygun ve kapsüllerini çatlatmayan (indehiscens tip) yüksek verimli çeşitlerin yetersiz ve mevcutların adaptasyon alanlarının dar oluşu susam tarımının dünyada istenilen düzeyde gelişmesini engellemektedir. Bu nedenle de susam tarımı dünyada en çok, işgücünün fazla ve ucuz olduğu Hindistan, Çin, Myanmar ve Sudan gibi ülkelerde yapılmaktadır [1].

FAO’nun [11], 2012 yılı verilerine göre, 2011 yılında Türkiye’de üretilen susamın verimi yaklaşık 74 kg/da iken Çin ve Myanmar’da bu değer 122 kg/da’a çıkmıştır. Ayrıca dünyada yaklaşık 7,8 milyon hektar susam ekili alandan 4,3 milyon ton (ortalama verim 55 kg/da) ürün alınmıştır. Dünya genelinde susam verimi düşüktür.

Ekim alanlarının genişletilmesi yerine, mevcut potansiyel alandaki verimin artırılması ve ikinci ürün tarımında susam üretimine yer verilmesi bitkisel yağ açığının kapatılmasına önemli katkıda bulunacaktır [7].

Yüksek tohum ve yağ verimine sahip çeşitlerin yanında, yağ endüstrisi için değişik yağ asitleri kompozisyonu veren (yüksek oleik asit/düşük linoleik asit içeriği ve düşük oleik asit/yüksek linoleik asit içeriği), yüksek stabilite ve uzun raf ömrüne sahip (yüksek sesamin, sesamolin, sesamol ile tokoferol içeriği) çeşitlere ihtiyaç vardır. Tahin, helva, şekerleme ve unlu mamullerde değerlendirilmek üzere yüksek protein içeriği ve proteinde yüksek lisin içeriğine sahip çeşitlere ihtiyaç bulunmaktadır [1].

Dünya susam koleksiyonlarında yağ içeriği %40.4-59.2 arasında değişmektedir. Türkiye’de kültürü yapılan yerel susam çeşit ve populasyonlarında ise yağ oranı % 35.1-62.0 arasında değişmektedir [12]. Yağ oranının çeşide göre bu kadar geniş aralıkta değişim göstermesi yağ verimi için tohum verimi ile beraber yağ oranlarını da çok önemli kılmaktadır.

Daha önce yapılan bazı ön deneme çalışmalarında tescilli bazı çeşitlerin İç Anadolu Bölgesi’nde ekim zamanı, çıkış ve olgunlaşma süresinin yetersizliği gibi sorunlara sahip olduğu görülmüştür. Bu güne kadar geliştirilen tescilli çeşitlerin hemen hepsi Ege ve Akdeniz bölgelerinde geliştirilmiştir. İç Anadolu Bölgesi gibi geniş tarım alanlarına sahip alanlarda uygun çeşit çalışmalarına rastlanmamıştır. Birçok ilçesinde susam ekimi yapılan ve yerel çeşitler bakımından zengin Konya gibi bir ilde, bölgeye uygun, yüksek verimli ve kaliteli genotiplere ihtiyaç duyulmaktadır. Geniş tarım alanlarına sahip bu bölgede geliştirilebilecek bir yerel çeşit ile ekim alanlarında küçük bir artış ya da ekim alanları aynı kalsa bile verimde meydana gelebilecek bir artış ülkemiz susam üretimini etkileyebilecektir.

Bu çalışmanın amacı Ege, Akdeniz, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgesi kökenli 7 susam çeşidi ile bir yabancı (Pakistan) kökenli, toplam 8 susam çeşidinin Konya Çumra ekolojik koşullarında, yetiştirildikten sonraki besin özelliklerini belirlemektir. Bölge üreticisinin yağ oranı ve tane verimi düşüklüğü ile ekimini azalttığı

susam eşitleri yerine, bölgeye uyumlu, verimli ve yağ oranı yüksek yeni yerel eşitleri tespit etmek amaçlanmıştır. Ayrıca ithal eşitleri kullanan sanayicinin ihtiyaç duyduğu yüksek yağ veya protein oranına sahip yerel kaynakların belirlenmesi hedeflenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Susam

Susam (*Sesamum indicum* L.), ilk olarak Linnaeus tarafından 1751'de tanımlanmıştır. *Sesamum indicum*, *Tubiflorae* takımında *Pedaliaceae* familyasına dahildir [13].

Pedaliaceae familyasında 16 cins ve 60 tür bulunmaktadır. Bu familyada *Sesamum* cinsine ait 37 türden sadece *Sesamum indicum* L. (2n=26) türünün kültürü yapılmaktadır ve daha çok tropikal ve sıcak kuşağa yayılmış yaklaşık 3000 varyete ve ekotipi bulunmaktadır [14].

Hiltebrandt, 1932 yılında kapsülde karpel sayısına göre susamı *S. indicum* ssp. *bicarpellatum* Hilt. ve ssp. *quadricarpellatum* Hilt. olarak 2 alt tür altında sınıflandırmıştır [14].

Demir 1962 yılında, Türkiye susamlarını ssp. *bicarpellatum* Hilt. ve ssp. *quadricarpellatum* Hilt. alt türlerine dahil 12 varyete ve 25 çeşit grubunda sınıflandırmıştır. Türkiye'de en fazla *S. indicum* ssp. *bicarpellatum* var. *vulgare* ve var. *albidum* Hilt. gruplarına giren varyetelerin kültürünün yapıldığını, ssp. *quadricarpellatum* Hilt. alt türünden sadece proles *palestinicum* Hilt. grubuna giren varyetelerin bulunduğunu saptamıştır [14].

“Sesamum” kelimesi, Hipokrat tarafından Arapçadan alınmıştır [8]. Susam ayrıca ‘gingerly, beniseed, sim-sim ve till’ olarak da bilinmektedir [4]. Sanskrit dilinde susam kelimesinin, yağ ile aynı anlamı taşımakta olduğu ortaya çıkmış ve bu durum susamın ilk kültüre edilen yağ bitkisi olduğunun kabul edilmesine neden olmuştur [15].

Susam tohumunun orijininin Hindistan olduğu sanılmakta ve Hindu efsanelerinde susamdan bahsedilmektedir. Bu efsanelerde ve masallarda susam ölümsüzlüğüün sembolü olarak geçmektedir [16].

Yaklaşık 6000 yıl önce Afrika'da yetiştirildiği ve buradan Mısır, Hindistan, Orta Doğu, Çin ve diğer bölgelere yayıldığına inanılmaktadır. Mısır'da bulunan eski bir metinde (Thebes Medicinal Papyrus M.Ö. 1552) susam tohumu tıbbi etkileri izah edilmektedir. Hipokrat yüksek besleyici değeriini vurgulamıştır. Bitkilerin tıbbi etkilerini anlatan eski bir Çin kitabında (M.Ö. 300), susam birçok iyi fizyolojik etkisi olan, yüksek enerji içeriğine sahip, iç huzuru veren ve uzun dönem kullanımı ile yaşlanma karşıtı etkileri olan bir bitki olarak tarif etmektedir. Hindistan'ın geleneksel tıbbı Ayurveda'da susam yağı, M.Ö. 700 yılından beri masaj yağı olarak kullanılmaktadır [17].

Başka bir kaynağa göre susam, Erken Bronz Devri'nde Hindistan'dan Mezopotamya'ya götürülmüştür. Demir Devri'nde, Ermenistan'ın dağlık bölgelerinde Urartuların Ararat Krallığı zamanında yaygın olarak kültüre edilen susam, Greko-Roman dünyasında yayılmıştır. Hem tohumları, hem de tohumlarından elde edilen yağı tüketilmiştir. Yunan kaynakları, düğün törenleri için hazırlanan susamdan yapılmış bir yemekten bahseder. Susam yağı, kandil yağı olarak da kullanılmıştır. Çinliler bu kandilin isini biriktirerek mürekkep için iyi kalitede siyah boya elde etmişlerdir [3]. Hindistan ve Çin'de susam yağı, yaraların ve bazı bağırsak hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır [18].

Susam tohumları 17. yüzyılda Afrika'dan Amerika'ya getirilmiş [16] ve 1840'lı yıllarda Avrupa'da yağ sanayinde kullanılmaya başlamıştır [8]. Anadolu'da susamın varlığının çok eski tarihlere dayandığı bilinmekteyse de Osmanlı Devleti'ne ait susamla alakalı ilk belge 1850 tarihlidir. Ekim 1850 tarihli Ceride-i Havadis gazetesinde, 1851'de Londra'da açılacak sergiye gönderilmek üzere hazırlanan tohumlar listesinde susam da bulunmaktadır.

Susamın günümüzde çok sayıda domestik ve endüstriyel uygulamaları bulunmaktadır. Ekmek, hamburger, simit, çubuk kraker, bisküvi, kurabiye, çerez ve çikolatalarda dekoratif amaçlı kullanılmaktadır. Yunanistan ve Güney Asya ülkelerinde yoğun olarak üretilen

helvanın ana bileşenidir. Susam yağı, yemeklik yağ ve salata yağı olarak kullanılmasının yanında vücut masaj yağı ve hazır çorba formülasyonlarında ve margarin üretiminde de kullanılmaktadır. Uzak Doğu ve Orta Doğu mutfağında zahtar (veya duka=kavrulmuş susam tohumu, sumak tozu ve çekilmiş kekikten oluşur), gomasio (susam tuzu) ve shichimi togarashi gibi çeşitli sos ve çeşnilerde kavrulmuş susam tohumları kullanılmaktadır. Susamdan elde edilen tahin ile Orta Doğu ülkelerine mahsus humus (nohutlu yemek), babagannuj (patlıcanlı yemek), çeşitli salatalar ve tatlılar gibi geleneksel gıdalar yapılmaktadır. Tahin ülkemizde üzüm veya dut pekmezi ile karıştırılarak da tüketilmektedir. Ayrıca susam yağı, böcek ilacı ve kas içi enjeksiyonlarda çözücü olarak kullanılmaktadır. Susam küspesi de hayvan yemi veya hayvan yemi bileşeni olarak değerlendirilebilmektedir [3].

Gölmarmara (beyaz susam), Muganlı57 (sarı susam) ve Özberk 82 (sarı susam) Türkiye'nin tescilli yerli susam çeşitleridir. Ayrıca 1999 yılında ana ve ikinci ürün koşullarına uygun, bol dallanan, uzun boylu, bol kapsüllü ve yüksek verimli 5 adet beyaz susam; Kepsut 99, Cumhuriyet 99, Osmanlı 99, Tan 99 ve Orhangazi 99 Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilmiştir. Sarı susam grubunda Baydar 2001 çeşidi ise Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilmiştir [19].

Ülkemizde susam üretiminde Antalya, Muğla, Manisa, Mersin, Şanlıurfa ve Uşak illeri başı çekmektedir. Susam Akdeniz, Ege, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde birinci ürün, ikinci ürün veya bazı bitkilerle karışık olarak yetiştirilmektedir [20].

1.1.1. Susamın fizyolojik ve morfolojik özellikleri

Susam tohumu ortalama 2.80 mm boyunda, 1.69 mm eninde, 0.82 mm kalınlığındadır. Küreselliği 0.56 değerinde ve yüzey alanı 7.80 mm²'dir. Yoğunluğu 1224 kg/m³ olup sudan yoğun olduğu için ayırma ve temizleme proseslerinde su kullanılabilir [21]. Susam tohumları çeşide göre, kahverengi, tuğla kırmızısı, siyah, sarı, bej, gri ve beyaz renklere sahip olabilmektedir [3].

Susam bitkisi tek yıllık, kazık köklü, dik gelişen bir yapıda, boyu genel olarak 40 cm ile 130 cm arasında uzayabilen, gövdesi uzunlamasına oluklu ve sık tüylüdür [22,23].

Ulukütük [24], Kilis ve çevresinden toplanan 10 farklı yerel susam çeşidinin morfolojik özelliklerinden bitki boyunu 60.60-67.36 cm, dal sayısını 3.6-5.7 adet/bitki, bitkide kapsül sayısını 28.30-4.26 adet/bitki, kapsülde tane sayısını 28.30-55.90 adet/kapsül, bitkide ilk kapsül yüksekliğini 23.73-27.73 cm ve 1000 tane ağırlığını 2.56-3.84 g arasında değişen değerlerde belirlemiştir.

Kapsüller genellikle 2 karpellidir ancak türe göre 2 veya 4 karpelli (bikarpelli veya quadrikarpelli) olabilmektedir. Yaprak koltuğunda kapsül sayısına göre monokapsüllü veya trikapsüllü; dallanma durumuna göre dallanan sap/dallanmayan sap (branching veya nonbranching); kapsülü çatlayan/çatlamayan (dehiscent veya indehiscent); çiçeklenme formuna göre (determinant veya indeterminate), tohum rengine göre beyazdan siyaha, yaprak yapısına göre (ovate veya palmate/trifoliate) değişik çeşitler bulunmaktadır [14].

Baydar [25], Türkiye'de kültürü yapılan yerel susam varyete ve ekotiplerinin kapsülde karpel sayısı bakımından %99.60'sının iki karpelli ve %0.40'nın dört karpelli; yaprak koltuğunda kapsül sayısı bakımından %94.82'sinin tek kapsüllü ve %5.18'nin üç kapsüllü; tohum kabuğu rengi bakımından %48.93'nün kahverengi, %30.11'nin sarı, %12.83'nün beyaz, %7.18'nin koyu kahverengi ve %0.95'nin siyah tohumlu; yaprak şekilliliği bakımından %48.36'sının parçalı ve %51.73'nün düz veya hafif yırtmaçlı; sap tüylülüğü bakımından %80.19'nün çıplak veya çok kısa, %19.14'nün seyrek ve %1.25'nin sık tüylü; kapsül tüylülüğü bakımından ise %42.61'nin çıplak veya çok kısa, %47.24'nün seyrek ve %11.57'sinin sık tüylü; tamamının dallanmakta ve olgunlaşma ile kapsüllerini çatlatmakta olduğunu belirlemiştir.

Çiçekleri eş zamanlı açan (determinant) çeşitler doğada bulunmamaktadır. Gamma ışınları ile oluşturulan mutantlar eş zamanlı çiçeklenerek (buna bağlı olarak kapsülleri eş zamanlı olgunlaşarak) mekanik hasatı mümkün kılmaktadır [15].

Türk susam çeşitlerinin hepsi kapsülü çatlayan ve çiçekleri eş zamanlı açmayan (buna bağlı olarak kapsülleri eş zamanlı olgunlaşmayan) tiptedir. Bitkinin alt kısmında

çiçeklenme daha önce olur ve bu kısımdaki kapsüller yukarıda oluşan kapsüllerden daha erken olgunlaşır [26].

Seyitalioğlu [27], çalıştığı 156 Türk susam hattını morfolojik, 161 Türk susam hattını ise genotipik olarak karakterize etmiştir. Türk susam hatlarının genetik olarak çok az çeşitliliğe sahip olduğu sonucuna varmıştır. Baydar vd. [26], ise Türk susam çeşitlerinin genetik, morfolojik ve diğer kalite kriterleri açısından çok çeşitlilik gösterdiğini belirtmişlerdir. Çin'de yapılan bir çalışmada [28], 67 yerel çeşit kullanılmış ve ortalama benzerlik sabitini 0.9104 gibi yüksek bir değerde bulunurken, ortalama genetik uzaklığı sadece 0.0706 gibi düşük bir değerde bulunmuştur ve bu sonuçlar genetik olarak Çin susam çeşitlerinin az genetik çeşitliliğe sahip olduğu şeklinde değerlendirilmiştir.

1.1.2. Susam tarımı

Susam, sıcaklığı seven bir bitki olup tropik ve subtropik ve ılıman iklim kuşağının sıcak bölgelerinde yetişir. 90-120 günlük gelişme devresinde aylık sıcaklık ortalamasının 20°C'nin altına düşmemesi ve tohumların çimlenmesi esnasında toprak sıcaklığının en az 12-15°C, optimum 20-25°C olması gereklidir. Çimlenme sırasındaki yağışlardan ve kuru rüzgarlardan zarar görür. Gece ile gündüz arasındaki ısı farkından olumsuz etkilenmekte ve gelişme süresi uzamaktadır. Gelişme süresince toplam sıcaklık isteği 2500-2800 derecedir [6].

Dünya'da 35° kuzey ile 25° güney enlemleri arasında kalan ve bu sıcaklık koşullarını sağlayan bölgede susam tarımı yoğun olarak yapılmaktadır [29].

Susam toprak isteği bakımından fazla seçici olmamakla birlikte, drenajı iyi, orta bünyeli, organik maddece zengin, kumlu-killi, alüviyal hafif topraklarda iyi yetişir. Orta ağır, humuslu topraklarda da iyi gelişmesine karşın fazla killi ve kireçli, çok çakıllı, su tutan topraklarda iyi gelişemez [6,7].

Tuz stresi altında yetişen susam bitkisinin kök ve gövde büyümesinde (kuru ağırlığında) azalma, bitki yüksekliği ve yaprak oluşumunda gerileme meydana gelmektedir. Tuzluluğa karşı gösterilen tepkinin temelinde oksidasyon nedeniyle meydana gelen hücresel

düzeydeki hasarlar yatmaktadır. Tuzluluk bitkilerde net fotosentezi azaltmaktadır. Yüksek tuz konsantrasyonunda klorofil içeriği azalırken düşük tuz konsantrasyonunda klorofil içeriği artmaktadır. Düşük tuz seviyesi büyümenin artmasına neden olmaktadır. Genel olarak susam, çimlenme süreci hariç tuza toleranslıdır [9].

Ana ürün olarak tarımı yapılabildiği gibi ikinci ürün olarak da tarımının yapılması mümkündür. Ülkemizde Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin sulanabilir tarım alanlarında ikinci ürün olarak ekilmektedir. Akdeniz ve Ege Bölgelerinde tahıl, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise mercimek ve tahıl hasadından sonra ekilmektedir. En çok pamuk, ayçiçeği, yarfıstığı, çeltik ve kanola ile ekim nöbetinde yer alabilmektedir. Ayrıca ayçiçeği, mısır, pamuk ve yarfıstığıyla karışık tarımı yapılabilmektedir [8]. Ancak ekim zamanı geciktikçe tohum verimi ve yağ oranı düşmektedir [1].

Uygun iklim koşulları ve toprak seçimi kadar ekim sıklığı da susam tarımında önemli bir faktördür. Ekim sıklığı, dekar başına alınan susam miktarını belirleyen parametrelerden biridir. Sıra arası ve sıra üzeri mesafeler genişledikçe ve buna bağlı olarak birim alandaki bitki sayısı azaldıkça, tohum veriminin azaldığı tespit edilmiştir [30].

Susam genel olarak kurak koşullarda yetişen bir ürün olmakla birlikte sulamaya olumlu cevap vermektedir. Susam verimini artırmak açısından, sulama suyu miktarı ve bitkinin su tüketim miktarı önemlidir. Diğer tüm parametrelerin sabitlenerek değişik sulama uygulamalarının yapıldığı çalışmada susam tohumlarından alınan verimin 153.8 kg/da ile 191.4 kg/da arasında değiştiği görülmüştür [31].

Susam bitkisi, kapsülleri çatlayan ve çatlamayan olmak üzere iki ana çeşide ayrılmaktadır. Kapsülün yeşilden sarıya doğru renk değiştirmesi olgunlaşmanın ilk belirtisidir. Asıl olgunlaşma kapsülün kuruması ile başlar. Kapsülü çatlayan grupta, kapsül duvarı kuruyarak endokarp ve mezokarp hücrelerini sıkıştırır, bir gerilim oluşturur ve kapsülü çatlatır [10].

Kapsülleri çatlayan çeşitlerde hasat zamanına doğru karar vermek önemlidir. Bu çeşitlerde geç hasatta alttaki kapsüller açılır, taneler dökülür ve verim azalır. Erken hasatta ise üst

kapsüller tam olgunlaşmaz, taneler dolgunlaşmadan cılız bir şekilde hasat edilmiş olur ve olgunlaşmadan ürüne dahil edilen tohumlar kaliteyi düşürür. Diğer taraftan hasatın 8-10 gün kadar gecikmesi kapsüllerde %50'ye varan kayıplara neden olur [10, 18].

Kapsüllerin hepsi aynı zamanda hasat olgunluğuna gelmediğinden (indeterminant tip) hasat yapmak için bazı olgunlaşma belirtileri takip edilir. Bunlar çiçeklenmenin durması, bitkilerin yaprak ve kapsüllerinin sararması, alt yaprakların kısmen dökülmesi, alt kapsüllerdeki tohumların renk değiştirmesi ve alt kapsüllerin sarararak uçlarının çatlamaya başlaması olarak sıralanabilir. Hasat, bitkinin genel olarak elle sökülmesi veya toprağa yakın yerden kesimi suretiyle yapılmaktadır. Gelişme, bitkinin hasatının ardından bir süre daha devam edeceğinden, sökülme işlemi tercih edilir [19].

Üç ayrı susam çeşidinin, tohum ve kapsül gelişiminin araştırıldığı çalışmada tohumların maksimum kuru ağırlığa, çiçeklenmeye başladıktan 35 gün sonra ulaştığı bulunmuştur. Tohumlar maksimum çimlenme oranına 35-53 günden sonra ulaşırken, kapsüllerin olgunlaşması 53 günden uzun sürmüştür. Her üç susam çeşidi için tohum kütle olgunluğu ile kapsül olgunlaşması arasında en az 18 gün bulunmaktadır. Bu süreçte olgunlaşmış tohumların susam kaybı olmadan hasat edilebileceği belirtilmiştir [10].

Hasat edilen bitkiler, 15-25 tanesi bir araya getirilip bağlanarak, temiz bir zeminde 5-7 gün bekletilirler. Bu zaman zarfında üst kısımlarındaki kapsüller bir süre daha gelişmeye devam eder. Bundan sonra demetler beton veya düz bir zemin üzerinde 8-10 demet bir arada olmak üzere tepe kısmından bağlanarak gümül (tokurcun, demet) yapılır. Gümül süresi hava koşullarına bağlı olarak 8-15 gündür. Harman için demetler branda veya temiz naylon örtüler üzerinde sallanarak tohumlar kapsülden çıkarılır. Tohumların kuru bitki artıklarından temizlenmesi için kalın ve ince eleklerden yararlanır. Daha sonra tohumlar savrularak temizlenir. Susam yağlı tohum olduğundan hava sirkülasyonu olan, kuru bir yerde muhafaza edilmelidir. Uzun süre depolanacaksa ortam sıcaklığı 20°C'nin altında ve ortamın nispi nemi %75'in altında olmalıdır. Susam tohumlarının nemi ise %8-9'u geçmemelidir [7].

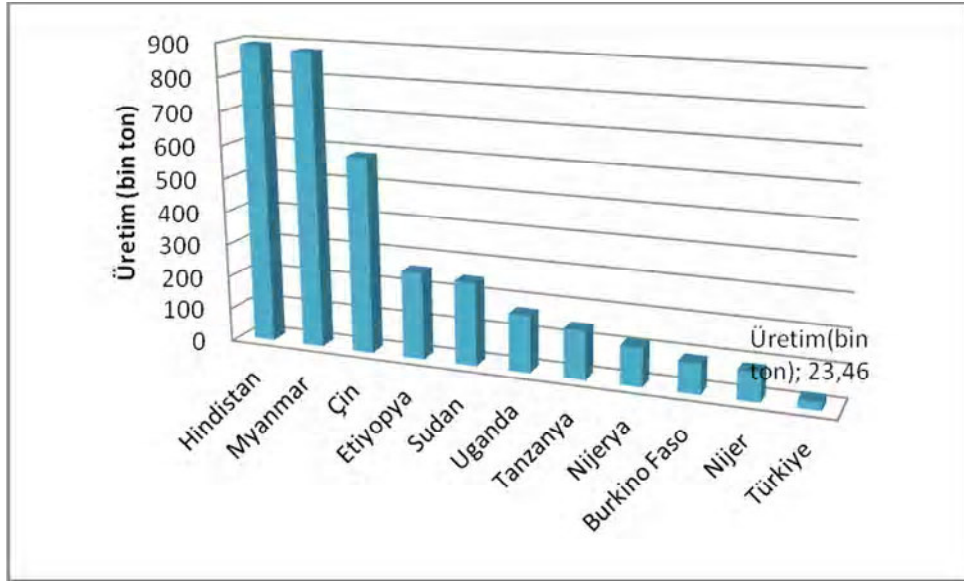
Susam hasatının mekanik olarak yapılamamasından dolayı çok fazla iş gücüne ihtiyaç vardır. Bu durum üretim miktarını da sınırlamaktadır. Kapsülleri çatlayıp dağılmayan ve hastalıklara, böceklerle, kuraklığa dirençli yeni çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çeşitlerin ve gelişmiş mekanizasyon tekniklerinin kullanılmasıyla üretim maliyetinde belirgin bir düşüş meydana gelecektir [17].

Konya 40.814 km² (göller hariç 38.873 km²) yüzölçümüne sahip 464.157 hektarı sulanan, toplam 2.242.857 hektar tarım arazisi ile söz konusu alanlar açısından yurdumuzun en büyük ilidir. Mevcut tarım arazilerinin %98'inde tarla bitkileri yetiştirilmekte ve nüfusunun % 32,3'ü tarım sektöründe (Türkiye ortalaması %24,7) çalışmaktadır [32].

Konya bölgesi geniş tarım alanları yönüyle ülkemizin önemli üretim merkezlerinden biridir. Özellikle sebze ve baharat olarak kullanılan birçok bitki bahçelerinde yetiştirmekte ve bunlar da istatistik kayıtlarda yer almamaktadır. Konya ayrıca susama dayalı tarımsal sanayinin geliştiği merkezlerden biridir. Buradaki girişimciler, susamı yerel üreticilerden almakla birlikte yurt dışından özellikle Pakistan, Çin ve Tanzanya gibi ülkelere de ithal etmektedir.

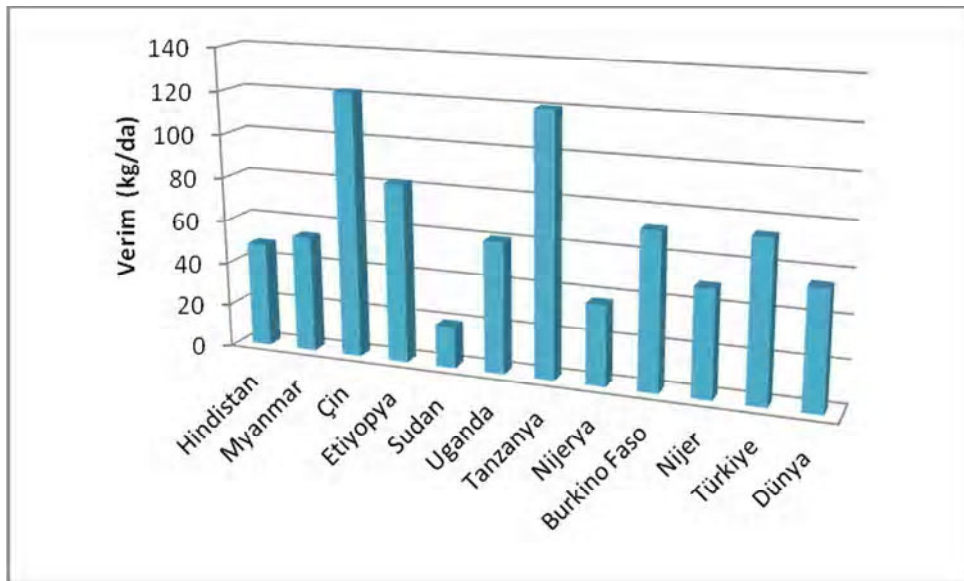
1.1.3. Susam ve diğer tek yıllık yağlı tohumların üretim, verim ve fiyat istatistikleri

2012 FAO [11] verilerine göre dünya genelinde toplam 7.869.051 ha alana susam ekimi yapılmakta ve bu alandan 4.316.906 ton susam elde edilmektedir. Susam, Şekil 1.1.'de belirtilen, 35° kuzey ve 25° güney enlemleri arasında kalan ve aynı zamanda iş gücünün ucuz olduğu Afrika ve Güney Asya ülkelerinde yoğun olarak üretilmektedir. Hindistan ve Myanmar yaklaşık 900 bin ton/yıl üretim ile başı çekmektedir.



Şekil 1.1. 2011 yılı susam üretim miktarı [11]

Bu ülkelerde geniş araziler susam üretimi için ayrılıp yüksek miktarda üretim yapılırsa da Şekil 1.2.'de görüldüğü gibi verim Hindistan ve Myanmar'da yaklaşık 50 kg/da iken Sudan'da 20 kg/da kadar düşüktür. Ancak Çin ve Tanzanya'da verim 120 kg/da olarak iyi sayılabilecek bir değerdedir. Dünyada ortalama 55 kg/da iken ülkemizde 68 kg/da'dır [11].

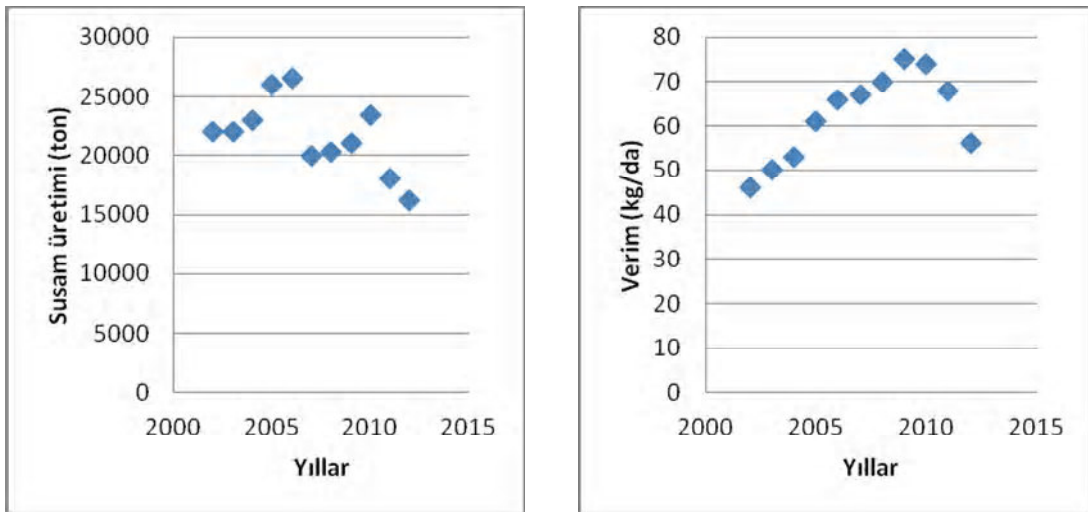


Şekil 1.2. 2011 yılı susam verimi [11]

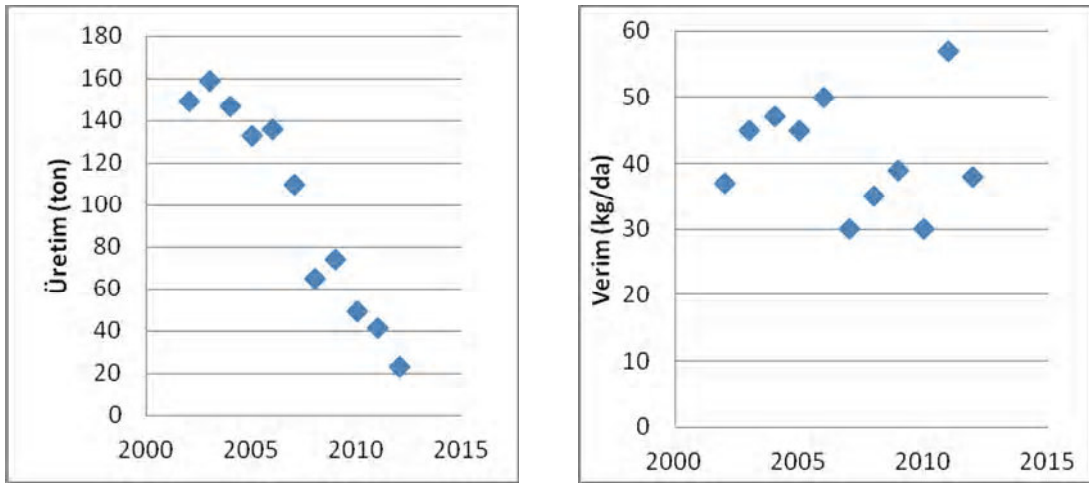
Ülkemizde son on yıldır susam üretimi 20-25 bin ton arasında değişmektedir ancak 2011 yılında 18 bin tona düşmüştür. 2011 yılında verim de üretim gibi azalmış ve 74 kg/da'dan 68 kg/da'a gerilemiştir [33]. Aynı yıl yağış rejiminin düzensizliği nedeniyle kuru tarım yapılan bütün ürünlerde verim düşmüştür.

Susam tohumlarının yetiştirildiği Konya'da ise 2002 yılından itibaren üretim miktarı sürekli düşmüştür. Ancak verim 30-50 kg/da arasında değişmiştir. Susam tarımına ayrılan arazi 2002'de 4.030 da iken 2012'de 608 da'a düşmüştür [33].

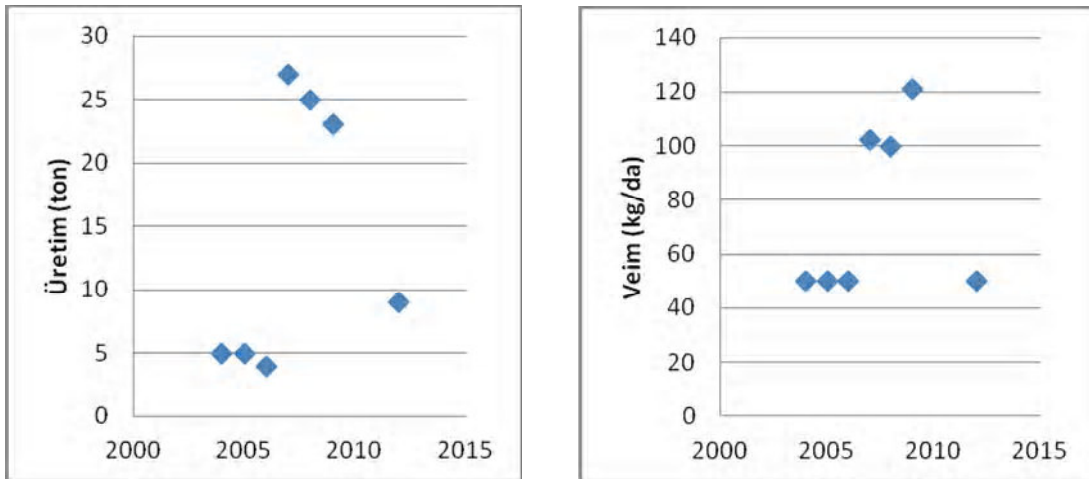
Çalışmamızı yürüttüğümüz Konya ilinin Çumra ilçesinde 2009 yılında susam verimi 121 kg/da iken 2012 yılında 50 kg/da'a düştüğü görülmüştür. Susam için ayrılan tarım arazisinde ve verimde yıldan yıla önemli dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Ayrıca komşu ilçe Akören'de verim 2012'de 25 kg/da olmuştur [33]. Aynı il sınırı içinde bile verimler arasında iki kat fark olabilmektedir.



Şekil 1.3. Türkiye'de 2002-2012 yılları arası susam üretim miktarı ve verimi [33]



Şekil 1.4. Konya'da 2002-2012 yılları arası susam üretim miktarı ve verimi [33]



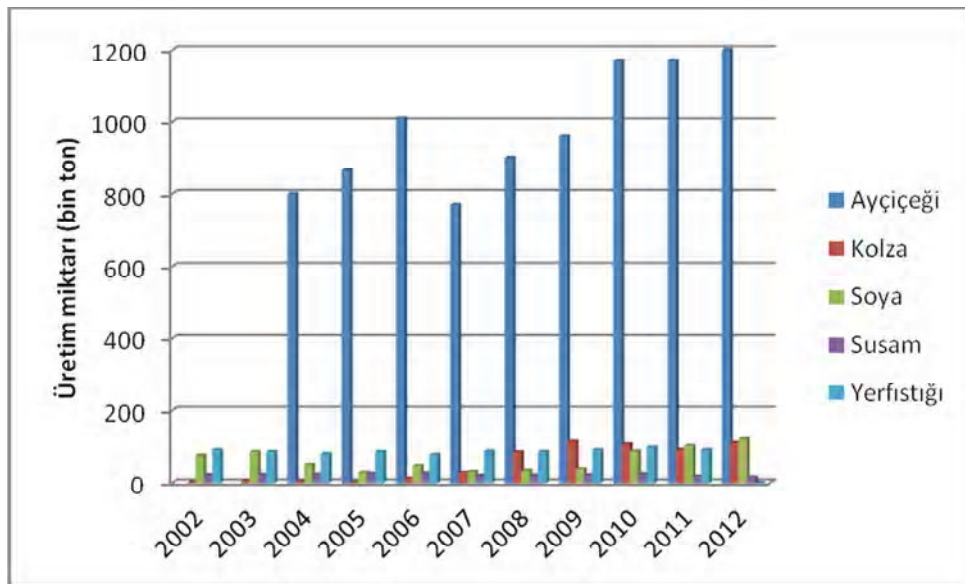
Şekil 1.5. Çumra'da 2002-2012 yılları arası susam üretim miktarı ve verimi [33]

Susamın kg başına fiyatı son 5 yıl içinde 2,95₺ (2008)'den ortalama 3,95₺'ye çıkmıştır. 2012 yılının Ocak ayında kg başına fiyat 3.62₺ olurken, aynı yılın aralık ayında 4.29₺ olmuştur. Ülkemizde temel olarak tüketilen hububat ve bakliyat ürünlerinden buğday 0.61₺, şeker pancarı 0.13₺, kuru fasulye 2.91₺ tek yıllık yağlı tohumlardan yarfıstığı 3.16₺, soya 1.07₺, kolza 0.64₺ ve yağlık ayçiçeği 1.34₺'ndan satılmıştır [34].

2013 yılı Mayıs ayında ise tahin üreticileri susamı 7₺'den temin etmişlerdir. Dünyada susam fiyatları ise 2007'de yaklaşık 0,86 \$, 2008'de 1,75 \$ ve 2009'da 1,55 \$ olarak gerçekleşmiştir. Türkiye 2008 yılında 70.108 ton susam ithal ederken 2010 yılında bu

rakam yaklaşık %43 artarak 100.462 tona çıkmıştır. Aynı dönemde ödediği döviz ise 122.768.000 \$ %26 artarak yaklaşık 154.933.000 \$ çıkmıştır. Türkiye 2009 yılında yaklaşık üretiminin 4 katı fazlasını ithal etmek zorunda kalmıştır [35].

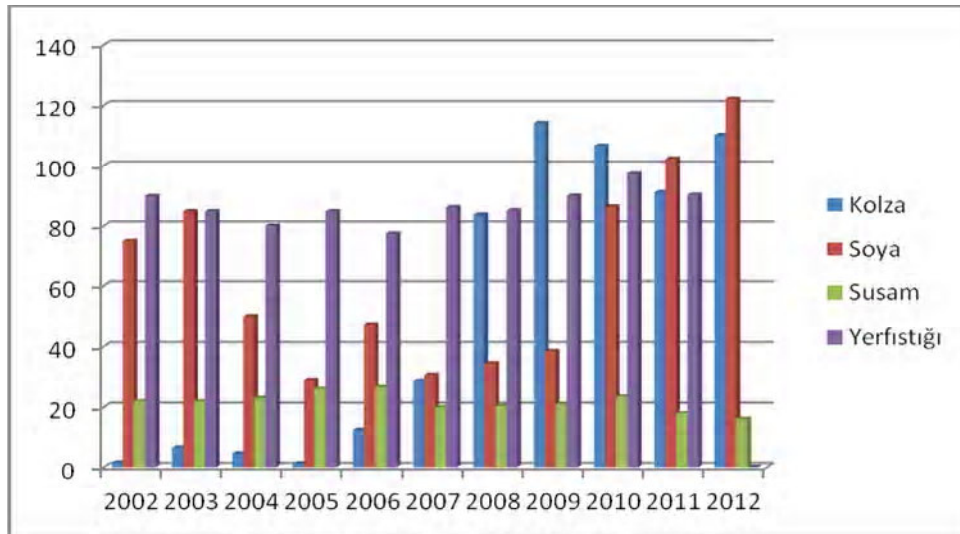
Susam, ülkemizde üretilen tek yıllık yağlı bitkilerde ilk beşte yer almaktadır. Ayçiçeğinin üretim açısından diğer yağlı bitkilerden oldukça önde olduğu görülmektedir.



Şekil 1.6. Yıllara göre Türkiye’de tek yıllık yağlı bitkilerin üretim miktarları-1 [33]

(Not: Ayçiçeği sadece yağlık; yerfıstığı hem yağlık, hem çerezlik toplam miktarı göstermektedir.)

Kolza üretimi 2002’den 2009’a kadar sürekli artmış, sonraki yıllarda az bir düşüş meydana gelmiştir. 2011 yılında toplam 91 bin ton kolza üretilmiştir. Soya üretimi 2004 ve 2009 yılları arası düşüş göstermiş ancak 2011 yılında 100 bin tonu geçmiştir. Yer fıstığı üretimi son on yıldır 90 bin ton civarında olmuştur. Susam üretimi ise 20-25 bin ton arasında değişmektedir.



Şekil 1.7. Yıllara göre Türkiye’de tek yıllık yağlı bitkilerin üretim miktarları-2 [33]

1.1.4. Susamın kimyasal bileşimi

Susam tohumunun yaklaşık %75’i yağ ve proteindir. Geriye kalan %25’lik kısmı çözümlü basit şekerler, nişasta, lif, kül ile lignanlar, polifenoller, tokoferoller ve sterollerden oluşan minör bileşenlerden meydana gelmektedir. Tablo 1.1., Tablo 1.2. ve Tablo 1.3.’te bu bileşenlerin ortalama miktarları verilmiştir.

Tablo 1.1. Susam tohumunun bileşen kompozisyonu (100 g’da) [3, 36]

Enerji (kcal/kJ)		559/2340	
Yağ (g)	54.56	Kül (g)	4.46
Protein (g)	21.00	Kalsiyum (mg)	980
Çözümlü basit şeker(g)	2.36	Potasyum (mg)	501.1
Nişasta (g)	0.84	Magnezyum (mg)	333.4
Toplam lif (g)	18.41	Fosfor (mg)	491.6
Çözünmeyen lif (g)	13.30	Sodyum (mg)	14.56
Çözünen lif (g)	5.11	Demir (mg)	10.85
Toplam lignan (mg)	405-1178	Bakır (mg)	2.05
Polifenoller (mg)	83.63	Çinko (mg)	8.45
Fitosterol(mg)	510-760	Manganez(mg)	3.29

Tablo 1.2. Susam tohumunun değişik yıllarda, değişik kaynaklarda rapor edilen bileşen kompozisyonu [8, 27, 36]

	1961	1971	1982	1983	1993	2008
%Bileşen	[27]	[27]	[27]	[27]	[8]	[36]
Nem	5,80	8,00	5,30	5,40	3,74	4,40
Protein	19,30	22,00	18,30	18,60	19,26	21,00
Yağ	51,00	43,00	43,30	49,10	57,21	54,26
Karbonhidrat	21,20	21,00	25,00	21,60	15,20	15,93
Kül	5,70	6,00	5,20	5,30	4,59	4,41

Yağda eriyebilen en güçlü doğal antioksidanlar olan tokoferoller, hem yağın vitamin E olarak besleme değerini hem de sesamin ve sesamolin gibi bileşenlerle antioksidan değerini artırmaktadır. Tokoferollerin α , β , γ ve δ olmak üzere 4 farklı formu vardır ve vitamin değeri sırasıyla 1.00, 0.50, 0.25 ve 0.01, antioksidan aktivitesi ise sırasıyla 1.0, 1.3, 1.8 ve 2.7'dir. Tablo 1.3.'te tokoferollerin ortalama miktarı verilmiştir [1].

Sesamol, sesaminol (epimerleri; 6-episesaminol, 2-episesaminol, diasesaminol), sesamolinol susam yağında iz miktarda bulunur ve içerdikleri fenolik hidroksil gruba bağlı olarak oldukça aktif antioksidanlardır. 'Sesamin, sesamolin, sesangolin ve 2-episesalatin'in fenolik fonksiyonu olmadığı için antioksidan etkisi yoktur. Ancak sesamin vücutta bir veya daha fazla fenolik gruplu bileşiklerle metabolize olursa in vivo koşullarda antioksidan etki gösterebilir. Ayrıca sesamolin, rafinasyon ve kavurma işlemleri sırasında sesamol ve sesaminoline dönüşmektedir ve yağın antioksidan aktivitesini artırmaktadır [37]. Tablo 1.3.'te 'sesamin, sesamolin ve sesamol'ün ortalama miktarları verilmiştir.

Tablo 1.3. Susam yağının minör bileşenleri [3]

Bileşenler	Miktar (mg/kg yağ)
Lignanlar	
Sesamin	6490
Sesamolin	1830
Polifenol	23.06
Sesamol	8.11 (3,4-metilendioksifenol)
Tokoferoller	
γ -Tokoferol	358.0-663.5
α -Tokoferol	3.10-6.86
δ -Tokoferol	7.84-13.02
Fitosteroller	
Sitosterol	2687-4132
Kampesterol	706.8-1001.0
Δ^5 -Avenasterol	351-777.8
Stigmasterol	338.0-405.8

Ünal ve Yalçın [36], çalıştıkları dört yerel susam çeşidinin majör trigliseritlerini LOL, LOO, PLL, LLL, OOO olarak ve majör desmetilsterollerini β -sitosterol, campasterol, stigmasterol, ve delta-5 avenasterol olarak belirlemişlerdir. Az miktarda kolesterol, kolesterol 5,24 stigmastenediol, delta-7 stigmastenediol ve avenasterol de tespit etmişlerdir. (L: linoleik asit, O: oleik asit, P: palmitik asit)

1.1.4.1. Susam Yağı ve Yağ Asitleri

Susam yağı besin içeriğinin kalitesi, oksidatif bozulmalara karşı direnci, güzel tat ve kokusu ile eski zamanlardan beri değerli bir yağ olarak kabul edilmiştir [38].

Ham susamdan elde edilen yağ açık sarı, kavrulmuş susamdan elde edilen yağ biraz daha koyu renklidir ve daha belirgin bir tada sahiptir [3].

Susam, bütün yağlı tohumlardan daha fazla yağ içeriğine sahiptir [39]. Tablo 1.4.'te tek yıllık yağ bitkileri arasında en fazla yağ oranına sahip bitkinin susam olduğu görülmektedir.

Tablo 1.4. Dünya genelinde en çok üretimi yapılan tek yıllık yağ bitkileri ve % yağ içerikleri [40]

Yağlı tohum	% Yağ içeriği
Susam	50-55
Amerikan Yerfıstığı	45-50
Kolza Tohumu	40-45
Ayçiçeği Tohumu	35-45
Soya Fasulyesi	18-20

Susam yağı, yaklaşık %80 doymamış yağ asitlerinden meydana gelir. Bunların büyük kısmını oleik ve linoleik asit oluşturur. Bu kompozisyon yağın oda sıcaklığında sıvı olarak kalmasını sağlar [41].

Susam yağı, hafif bir vinterezasyon işlemi ile veya hiç vinterezasyona ihtiyaç duymadan ve rafine olmadan tüketilebilen ender yağlardandır. Yemeklik yağ olarak, fırın ürünlerinde, margarin yapımında, eczacılıkta ve böcek ilaçlarında sinerjistik olarak kullanılmaktadır. Bazı ülkelerde yemeklik yağ olarak kullanımı yaygındır ve diğer bitkisel yağlardan daha pahalıya satılır [42].

Susam tohumunun yağ oranı ve yağ asidi içeriği dünyanın farklı yerlerinde yetişen susam çeşitlerine göre farklılık göstermektedir [29]. Bitkisel yağların kalitesi içerdiği yağ asitlerinin kompozisyonu ile ilişkilidir. Yağın yemeklik ya da sanayi değerini bu kompozisyon belirlemektedir. Bitkisel yağların kalitesi palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit gibi asitlerin oranlarına bağlı olarak değişmektedir. Oleik asit ve linoleik asit hem miktar olarak fazladır (toplamı yaklaşık %83), hem de yağın kalitesi açısından öneme sahiptirler. Bunun yanında palmitik ve stearik asit gibi iki doymuş yağ asidi de susam yağının yapısında bulunur. Türe özgü olarak, laurik asit, miristik asit,

palmitoleik asit, araşidik asit, eikosonaik asit, behenik asit ve erusik asit gibi yağ asitlerine rastlanmaktadır [43]. Tablo 1.5.'te susam yağının çeşitli kaynaklardan derlenen yağ asit kompozisyonu görülmektedir.

Tablo 1.5. Çeşitli kaynaklarda, değişik yıllarda rapor edilen susam yağının % yağ asiti kompozisyonu [36, 39, 44, 45, 46, 47]

C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0	Kaynak-Yıl
-	8,24	-	4,89	37,6	47,8	0,45	0,5	0,24	-	[44], 2006
-	9,4	-	3,7	36,8	45,3	0,4	-	-	-	[39], 2007
0,02	8,9	0,13	5,43	41,5	42,7	0,57	0,64	0,03	-	[36], 2008
-	8,7	-	5,5	38,9	46,2	-	0,9	-	-	[45], 2009
-	12,9	0,22	5,76	41,7	38,3	0,48	0,53	0,15	-	[46], 2010
-	8,99	0,15	5,5	39,3	44,7	0,32	0,66	-	0,14	[47], 2011

Dünya susam koleksiyonlarında, palmitik asit içeriği % 8.3–10.9, stearik asit içeriği % 3.4–6.0, oleik asit içeriği %32,7–53,9 ve linoleik asit içeriği %39.3–59.0 arasında çeşitlilik göstermektedir. Türkiye’de kültürü yapılan yerel susam çeşit ve popülasyonlarında ise %8.7–10.2 arasında palmitik asit; %4.0–5.0 arasında stearik asit; %41.1–47.2 arasında oleik asit ve %38.2–43.4 arasında linoleik asit bulunduğu tespit edilmiştir [1].

Susam ve ürünleri, bazı açılardan diğer yağlı tohumlardan üstünlük göstermektedir. Susam yağı yaygın olarak kullanılan bitkisel yağlar içinde oksidatif acılaşmaya en dirençli yağdır. Sahip olduğu tokoferoller ve kendisine özgü sesamol ve sesamolinal gibi lignanlar sayesinde otooksidasyona karşı belirgin bir direnç gösterirler. Bu özelliğiyle susam yağı; soya, ayçiçeği gibi yağlara lipit oksidasyonunu önlemek için katılarak kullanılabilir [48].

Susam tohumu, tokoferoller, fitosteroller, resveratroller, flavonoidler ve lignanlar gibi birçok biyoaktif bileşen içerir [5,49].

Besin değeri açısından zeytinyağından sonra en iyi yağ olduğu kabul edilmektedir [50]. Ysek tekli doymamış yağ asidi içeriğinden dolayı insan beslenmesinde zeytinyağının yerine kullanılabilir [46].

Tablo 1.6.'da görüldüğü gibi bitkisel yağlar, oleik ve linoleik asit tipi olarak ikiye ayrılıp incelendiğinde zeytin, yerfıstığı, kolza ve kısmen susam yağları oleik asit tipi; ayçiçeği, soya, mısır, pamuk iğiti, haşhaş, tütün ve pelemir (mavi kantaron) yağları linoleik asit tipi yağlar sınıfında yer alır. Susam yağı, birbirine yakın oranlarda oleik asit (%43.90) ve linoleik asit (%41.30) içermesi yönüyle diğer yağlı tohumlardan ayrılır [43].

Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonu tre zğ olmakla birlikte sürekli sabit olmayıp çeşitli fizyolojik, ekolojik ve kültürel faktörlerin etkisi ile değişiklik gösterebilmektedir. Başta sıcaklık olmak üzere çeşitli iklim koşullarına duyarlıdırlar [43]. Kapsül gelişimi sırasında susam bitkisinin yağış alması, yağ içeriğinin artmasına neden olmaktadır [44]. İlerde de değinileceği gibi sıcaklık ve yağışa ek olarak enlem ve ekim zamanı gibi dış faktörler de yağ miktarı ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilidir.

Yağ asitleri dağılımı farklı ekolojik bölgelerde önemli değişiklikler göstermektedir. Oleik ve linoleik asitlerin oranı biri azalırken diğeri artacak şekilde değişmektedir. Kuzey enlemlerden güney enlemlere inildikçe oleik asit ve stearik asit oranı artarken, linoleik ait ve palmitik asit oranı azalmaktadır [43]. Doymamış yağ asitleri miktarı sıcak bölgelerdeki yetiştirme faktörlerinden, tropikal bölgelere göre daha fazla etkilenmektedir [51].

Tablo 1.6. Çeşitli bitkilerin tohumlarının veya meyvelerinin yağ asitleri kompozisyonlarının karşılaştırılması [43]

Yağ türü	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0	C22:1
Ayçiçeği	-	8,86	-	1.86	29.99	58.83	-	-	-	0.43	-
Aspir	0.24	6.50	-	1.74	38.50	53.00	-	-	-	-	-
Soya	-	14.13	-	4.34	28.36	49.50	3.66	-	-	-	-
Mısır	-	10.79	-	1.39	29.80	58.00	-	-	-	-	-
Yerfıstığı	-	13.82	-	9.29	48.40	33.06	-	0.12	0.05	1.28	-
Susam	-	9.40	-	4.60	43.90	41.30	-	-	-	-	-
Çiğit	1.14	33.52	-	1.29	17.15	46.66	-	0.21	-	-	-
Kolza	0.11	5.42	-	1.40	63.49	19.49	7.97	-	-	-	2.10
Haşhaş	0.14	9.75	0.06	1.69	13.69	72.26	2.38	-	-	-	-
Tütün	0.17	8.87	-	3.49	12.40	67.75	4.20	-	-	-	-
Pelemir	27.90	10.68	-	1.62	24.48	31.06	4.22	-	-	-	-
Keten	0.14	5.68	0.09	3.69	13.76	12.23	64.25	0.04	-	-	-
Ketencik	0.03	6.50	0.06	5.27	20.92	14.31	52.47	0.10	0.02	0.27	-
Zeytin	0.21	8.10	-	1.99	64.15	18.51	-	0.08	-	-	-

Oleayl-PC desaturaz enzimi oleik asitten linoleik asit ve *linoleayl-PC desaturaz* enzimi linoleik asitten linolenik asit sentezlenmesini katalizlemektedir. Sıcaklık artışıyla bu enzimlerin aktivitelerinde azalmalar gözlenmektedir. Bu durumda yüksek sıcaklıklar bitkilerde linoleik ve linolenik asitlerin azalmasına ve oleik asit sentezinin artmasına neden olmaktadır [52].

Tohum kabuğunun rengi ile yağ asitleri arasında da ilişki bulunmaktadır. Tablo 1.7.'de farklı renklerdeki tohumların ortalama yağ asidi içerikleri verilmiştir. Baydar [25], Türkiye'de kültürü yapılan yerel susam varyete ve ekotiplerinin tohum kabuğu rengi bakımından %48.93'nün kahverengi, %30.11'nin sarı, %12.83'nün beyaz, %7.18'nin koyu kahverengi ve %0.95'nin siyah tohumlu olduğunu ve yağ içeriği bakımından %35.1-63.9 arasında, oleik asit içeriğinin %41.1-47.2 arasında ve linoleik asit içeriğinin %38.2-48.0 arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Tohum rengi koyulaştıkça doymuş yağ asitlerinden palmitik asit oranı azalırken stearik asit oranı arttığını ve doymamış yağ asitlerinden oleik asit artarken linoleik asit azaldığını gözlemlemiştir [25,43].

Tablo 1.7. Tohum renkliliği ile yağ asitleri kompozisyonu arasındaki ilişki [43]

	Palmitik asit	Stearik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Diğer
Siyah	9.74	4.50	43.54	41.93	0.29
K.Kahverengi	10.27	4.40	43.37	42.69	0.27
Kahverengi	12.53	4.20	39.03	43.34	0.00
Sarı	13.02	3.64	39.62	43.72	0.00
Beyaz	14.15	2.94	38.87	44.02	0.00

Baydar ve Turgut [43] Türkiye'nin 4 farklı bölgesinde (Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu) yetiştirilen toplam 60 yerel susam çeşitlerinin yağ asitleri kompozisyonunu inceledikleri çalışmalarında bölgeye göre anlamlı miktarda yağ asitleri değişimi gözlemlemiştir. En yüksek oleik asit oranı ortalama %45.3 ile Güney Doğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen çeşitlerden, en yüksek linoleik asit içeriği ise ortalama %42.4 ile Marmara Bölgesinde yetiştirilen çeşitlerden elde edilmiştir.

Yağ miktarının ortaya çıkmasında genetik değişkenlik çok önemliken yağ asitleri kompozisyonunun oluşumunda genetik değişikliğe göre çok çeşitlenme görülmektedir [44]. Susam tohumlarının yağ içeriği %37 ile %63 gibi çok geniş bir aralıkta değişiklik göstermesine rağmen oleik asit içeriği ortalama %41.3 ve linoleik asit içeriği ortalama %43.7 olmak üzere birbirine çok yakındır [12].

Tohumun gelişmesi sırasında depo lipitin kompozisyonunu belirlemede mikrozomal desaturaz genleri ve alakalı diğer genler önemli rol oynamaktadır. SeFAD2 (cDNA) geninin depo linoleik asitin oluşumundan sorumlu gen olduğu ileri sürülmektedir [53].

Yapılan çalışmada dört indeterminant çeşit ve gama ışınları ile yapay olarak elde edilen altı determinant çeşitin yağ oranı ve yağ asitleri bileşimi karşılaştırılmıştır. Buna göre tiplerin yağ oranları birbirine yakın bulunurken determinant çeşitlerin yüksek oleik, düşük linoleik asit içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir [51].

Aynı bitkinin her noktası aynı gen veya genlerin kontrolü altında sentez gerçekleşmesine rağmen bitki içindeki fizyolojik büyüme ve gelişme farklılıklarından dolayı bitkinin her bir meyvesinde farklı yağ asidi kompozisyonu meydana gelebilmektedir. Hatta her meyvenin farklı pozisyonlarındaki tohumlarında bile farklılıklar gözlenebilmektedir [43].

Susamın yağ oranını etkileyen bir diğer faktör ekim zamanıdır. Ekim zamanı geciktikçe yağ oranı düşmekte ve oleik asit oranı artarken linoleik asit oranı azalmaktadır [1].

Yağlı tohumlar olgunlaştıkça palmitik, stearik ve linoleik asit oranları düşerken oleik asit oranları artmaktadır. Ancak linolenik asit miktarında önemli bir değişim olmamaktadır [43].

Çiçeklenmeden sonra ilk 24 günde toplam yağ sentezi hızlı bir şekilde oluşmakta ve bundan sonra yağ birikimi aşamalı bir artış göstermektedir. Çiçeklenmeden 39 gün sonra yağ sentezinin %60-70'inin tamamlandığı belirtilmiştir (498 mg/g kuru ağırlık). Çiçeklenmeden 18 gün sonra oleik ve linoleik asit miktarında hızlı bir artış meydana

gelirken palmitik asit, stearik asit ve linolenik asit susam tohumunun gelişimi boyunca yavaş bir şekilde artış göstermektedir [54].

Tablo 1.8. Susam gelişimi ile 5 major yağ asitinin miktarındaki değişim (mg/g kuru ağırlık) [54]

Gün	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
9	İz	iz	İz	iz	İz
12	0.7	0.2	2.0	1,6	0.3
15	3.0	1.0	9,1	8,4	0.8
18	4,9	2,1	20,3	18,9	0.8
21	6,4	2,9	24,7	23,8	0.9
24	8,0	4,1	37,9	35,7	1.0
27	12.0	6,3	59,3	63,0	1,4
30	13,7	8.0	79,3	79,6	1,3
33	16.0	8,4	81,5	94,2	1,9
36	16,9	10,3	97,3	111,7	1,4
39	17,1	10,4	99,1	110,6	1,5
42	17,2	10,6	100.6	108.5	1,6

Çimlenme sırasında depo bileşenler (yağlar ve karbonhidratlar) bitki büyümesi için gerekli olan protein sentezinde kullanılmaktadır. Çimlenmeden önce %52 olan ham yağ içeriği çimlenmeden sonra %30'un altına düşmektedir. Yağ asitleri CO₂ ve suya okside olarak çimlenme için gerekli enerjiyi sağlamaktadır. Bunun sonucunda çimlenmeyle tohumdaki yağ oranı hızla düşerken protein seviyesi sabit kalmaktadır. Yağ oranındaki düşüş yağ asitleri dağılımını önemli ölçüde etkilememektedir. Linolenik asit oranında artış, palmitik asit miktarında azalış gözlenirken; stearik asit, oleik asit ve linoleik asit oranında bir değişim gözlenmemiştir [55].

Çimlenme ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada çimlenmeden önce %57 olarak tespit edilen ham yağ oranının çimlenme boyunca sürekli düşüş gösterdiği ve bu değerlerin birinci gün

%54 üçüncü gün %44 ve beşinci gün %20'ye kadar düştüğü tespit edilmiştir. Oleik asit %39.32'den %42.41'e çıkarken linoleik asit oranı %44.68'den %40.05'e düşmüştür [47]. Tablo 1.9.'da susamın yağ asitleri kompozisyonunu etkileyen faktörler ve bu faktörlerin susamın dört majör yağ asitini nasıl etkilediğini gösteren özet bilgiler sunulmuştur.

Tablo 1.9. Çeşitli içsel ve dışsal faktörlerin etkisi ile yağ asitlerinin değişimi

	Palmitik asit	Stearik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Kaynaklar
Yağ miktarı arttıkça	↓	↑	↑	↓	[43]
Kuzeyden güneye gittikçe	↓	↑	↑	↓	[43]
Sıcaklık arttıkça	-	-	↑	↓	[52]
Kabuk rengi koyulaştıkça	↓	↑	↑	↓	[43]
Ekim zamanı geciktikçe	-	-	↑	↓	[1]
Tohum olgunlaştıkça	↓	↓	↑	↓	[43]
Çimlenme sırasında	-	-	↑	↓	[47]

(-) : Belirtilmemiştir. (↑) : Artar. (↓) : Azalır.

Susamın 3000 kadar varyete ve ekotipi bulunduğu bilinmektedir [14]. Ülkemizde ve dünyada mevcut çeşitlerin yağ, yağ asitleri ve diğer kimyasal özelliklerini belirlemek üzere birçok çalışma yapılmıştır. Aşağıda bu çalışmaların sonuçları özetlenmiştir.

Baydar ve vd. [12], 72 yerel susam çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada saf hat seleksiyonu ile mevcut Türk susam çeşitlerinin yağ kalitesinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonunda TSP 822118 ve TR 2710401 hatları yüksek oleik/düşük linoleik asit içerikli, TSP 821309 ve TSP 821392 hatları yüksek linoleik/düşük oleik asit içerikli bulunmuştur.

Değişik ıslah metotları ile geliştirilmiş susam hatlarının verim, yağ içeriği, yağ asitleri bakımından yüksek oleik ve yüksek linoleik asit içerikli hatların belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada HB-01/BMB hattı yüksek tohum verimi ile, TSP-933749 hattı yüksek yağ içeriği ile, TR-3821512 hattı yüksek oleik asit içeriği ile, TSP-932403 hattı yüksek linoleik asit ile çeşit adayları hatlar olarak belirlenmiştir. HB-01/BMB hattı 2000 yılında 148.8 kg/da, 2002 yılında 136.1 kg/da tohum verimine; TSP-933749 hattı 2000 yılında %56.4, 2002 yılında %48.3 yağ oranına; TR-3821512 hattı 2000 yılında %44.5, 2002 yılında %43.9 oleik asit içeriğine; TSP-932403 hattı 2000 yılında %46.1, 2002 yılında %43.4 linoleik asit içerdiği bulunmuştur [1].

İki ayrı ekolojik koşulda yetişmiş (Antalya, Menemen), dört farklı yerli susam çeşidinin (Gölmarmara, Özberk, Muganlı, Çamdibi) kimyasal içeriğinin ve yağlarının yağ asidi kompozisyonunun araştırıldığı bir çalışmada en yüksek yağ oranı %56.55 ile Antalya'da yetişen Muganlı çeşidi olarak bulunurken en düşük orana sahip çeşit %50.57 ile Menemen'de yetişen Muganlı çeşidi olarak bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama yağ içeriği %54.26 iken en fazla oleik asit oranına sahip çeşit %42.42 ile Antalya'da yetişen Özberk çeşidi ve en fazla linoleik oranına sahip çeşit %44.36 ile Antalya'da yetişen Muganlı çeşidi olmuştur. Çeşitlerin ortalama oleik asit oranı %41.55, linoleik asit oranı ise %42.74 olarak bulunmuştur [56].

Özcan [8], 13 yerli (Adana-Ceyhan, Adana-Karaisalı, Antalya, Balıkesir, Gaziantep, İçel-Anamur, İçel-Mut, İçel-Silifke, Konya-Seydişehir, Malatya-I, Malatya-II, Şanlıurfa, Tekirdağ) ve 3 yabancı (Meksika, Uganda, Venezuela) toplam 16 susam tohumunun kimyasal kompozisyonunu belirlediği çalışmada, en yüksek yağ oranına sahip yerli çeşidin %61.00 ile Malatya I ve en düşük orana sahip yerli çeşidin %52.00 ile İçel-Silifke olduğunu belirtmiştir. Protein oranlarında ise %22.07 ile Gaziantep çeşidi en yüksek değere sahip çeşit olurken %16.44 ile İçel-Anamur en düşük değere sahip yerli çeşit olarak belirlenmiştir. İthal çeşitlerde yağ oranı %53.30 (Meksika) ile %55.50 (Uganda), protein oranı %18.18 (Uganda) ile %21.38 (Meksika) arasında bulunmuştur. Araştırmada kullanılan susamlardan elde edilen yağlarda %9.10-11.38 palmitik, %iz-0.15 stearik,

%31.61-57.19 oleik, %30.79-57.33 linoleik, %0.30-0.79 linolenik ve %iz-2.62 araşidik asit tespit etmiştir.

Kilis ve yöresinde yetiştirilen 10 farklı yerel susam çeşidi ile yapılan çalışmada yağ oranının %30.16-40.36 arasında değiştiği, yağ asitlerinden palmitik asit oranının % 9.33-9.83, stearik asit oranının % 5.33-5.63, oleik asit oranının %43.42-45.05, linoleik asit oranının %38.12-39.80 ve araşidik asit oranının %0.54-0.60 aralıklarında değiştiği belirtilmiştir [24].

Kenya'da Were et al. [44] tarafından Doğu Afrika (Kenya, Tanzanya, Uganda) çeşitlerinden seçilen 30 susam çeşidi, yağ içeriği, yağ asitleri kompozisyonu ve yağ içeriği ile spesifik yağ asitleri arasındaki ilişki incelenmek üzere 3 yıl boyunca yetiştirilmiştir. Ancak 3 yıl içinde erusik asit bütün susam çeşitlerinde benzer çıkarken stearik asit, linolenik asit ve araşidik asit en az etkilenen yağ asitleri olmuştur. Bu süreçte çeşitlerin yağ içeriği önemli oranda değişmiştir. 3 yıl içinde gerçekleşen bu değişiklikler çevresel koşullardan yağış miktarı, gün içerisinde güneşli saat süresi ile ilişkilendirilmiştir. Yağ asitlerinden linoleik asit %42.9-54.0 oleik asit %31.6-42.0, palmitik asit %7.2-9.7, stearik asit %3.8-5.6 arasında bulunmuştur. Bu dört yağ asidi toplam yağ asitlerinin %98'lik kısmını teşkil etmektedir. Yağ içeriği ile stearik asit ve oleik asit arasında pozitif, palmitik asit ve linoleik asitle negatif bir bağıntı tespit edilmiştir.

Sudan'da 5 yerel ve 5 yabancı (Amerikan) susam tohumu ile çalışılmış ve önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Yerli tohumların ortalama %47.37, minimum %45.73 ve maksimum %50.70 yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Yerli tohumların yağ asitleri kompozisyonunu ortalama %12.9 palmitik asit, %3.00 stearik asit, %47.5 oleik asit, %36.4 linoleik asit olarak bulunmuştur [29].

Kongo'da yapılan çalışmada susamın ortalama yağ oranı %54 bulunmuştur. Bunun %39'a varan kısmı oleik asit, %46'ya varan kısmı linoleik asit olarak ifade edilmiştir. Doymamış yağ asitleri ise en fazla %8.58 ile palmitik asit ve %5.44 ile stearik asit olarak belirtilmiştir [45].

Susam yağında, soya ve kabak çekirdeği yağında olduğu gibi oleik ve linoleik asit yüzdesi birbirine yakındır. Yapılan çalışmada soğuk presle elde edilen yağda %41.8 oleik asit, %41.3 linoleik asit, %9.4 palmitik asit ve %5.6 stearik asit bulunmuştur [57].

1.1.4.2. Susam Proteinleri

Bitkisel proteinler insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde ortalama protein alımı ihtiyaç duyulan miktarın altındadır. Protein arzının yetersiz olması nedeniyle ticari olarak önemi olmayan bitkiler, fonksiyonel gıda bileşeni ve besin takviyesi olarak kullanılmak üzere yeni protein kaynağı olarak sürekli araştırılmaktadır. Bitkisel protein ürünleri tüm dünyada artan bir ilgi görmektedir [58].

Dünyanın birçok yerinde protein yetersizliğini kapatmak için süt ve et proteinlerinin yerine geçebilecek yeni protein kaynakları aranmaktadır [49]. Fonksiyonel özelliklerinden dolayı bitkisel proteinler ve yağlı tohumların proteinleri, hayvansal proteinlere alternatif olarak önerilmektedir [59].

Susam en yüksek yağ içeriğine sahip yağlı tohum [39] olmasının yanında %20-25'lik [60] protein içeriği ile protein oranı yüksek olan badem (%20 protein) ve fındık (%21 protein) gibi ürünleri çağrıştırmaktadır [46]. Yağı alındıktan sonra arta kalan susam küspesi de %50'lik protein içeriği ile fonksiyonel gıda bileşeni ve besin takviyesi olarak iyi bir protein kaynağıdır [61].

Bitkisel proteinlerin gıda uygulamalarında kullanışlı ve başarılı olabilmesi için esansiyel aminoasitlere sahip olmak gibi fonksiyonel özellikleri olması gerekmektedir [58]. Susam proteini, valin, -sülfür içeren- metiyonin ve triptofan gibi aminoasitler yönünden yeterli; lizin, izolosin bakımından fakirdir [1,3]. Metiyonin içeriği, susamı diğer yağlı tohumlardan ayıran bir özelliktir [60].

Lizin içeriğinin, FAO'nun çocuklar için tavsiye ettiği miktardan az çıkmasına karşın yetişkinler için yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Diğer esansiyel aminoasitlerin her çeşit tüketici için yeterli olduğu belirtilmiştir [59].

Susam tohumunun 100 g'ında (kuru madde bazında) 5.73 mg aspartik asit, 1.18 mg glutamik asit, 3.85 mg serin, 7.00 mg glisin, 41.73 mg histidin, 25.34 mg arjinin, 5.11 mg treonin, 2.96 mg alanin, 5.90 mg prolin, 4.74 mg tirozin, 0.71 mg valin, 0.03 mg metiyonin, 2.22 mg sistein, 6.82 mg izolösin, 4.41 mg lösin, 3.97 mg triptofan, 4.11 mg fenilalanin, 16.39 mg lisin olmak üzere toplam 142.22 mg serbest aminoasit bulunmaktadır [47].

Proteinlerin proses, üretim, depolama ve hazırlama gibi gıda sistemlerindeki davranışlarını etkileyecek fizikokimyasal karakterleri önem taşımaktadır. Proteinler, büyük molekül boyutları ve amfilik özelliklerinden dolayı eşsiz yüzey özelliklerine sahiptirler. Ancak genellikle ısı işlem ve organik solventlere karşı stabil olmamalarından dolayı gıda proteinlerinin endüstriyel uygulamaları sınırlıdır [58].

Susam proteinleri endüstriyel proseslerin yan ürünüdür. Ekstraksiyon prosesi ucuz olduğu için protein konsantratu cazip bir üründür [60]. Susam proteinin konsantratu ve izolatu, içeceklerde ve ekmekte besin takviyesi olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmada susam izolatu fonksiyonel ve fizikokimyasal özellikleri belirtilmiştir [61].

Lopez [59], susam unundan elde ettiği, sıvı besin takviyelerinde protein kaynağı olarak kullanılacak protein izolatu bazı fonksiyonel özelliklerini ve potansiyel kullanımını ortaya koymak için ticari soya izolatları ile karşılaştırılmış ve emülsiyon yapma özelliğinin soya izolatından daha iyi olduğunu belirtmiştir. Tüketicilere yaptırılan duyu testleri, ürünün soya izolatu ile yapılanlara tercih edildiğini göstermiştir.

Susam tohumundan elde edilen protein izolatu asidik ve alkali koşullarda yüksek çözünürlüğe sahiptir. Emülsiyon yapma ve köpürme özellikleri diğer proteinlerden yüksektir. Su ve yağ tutma kapasiteleri, yığın yoğunluğu (bulk density), ve diğer özellikleri iyidir. Susam protein izolatu birçok formülasyonda kullanılabilir özelliktedir [58].

Yağ konsantrasyonunun ve pH'ın, susam protein konsantratinin emülsiyon yapma ve köpüklenme karakteristiği üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada ticari soya protein konsantratu ile karşılaştırma yapılmış ve uygulanan işlemlerin susam protein konsantratinin

fonksiyonel karakteristiğini etkilemediği, soya konsantratu ile aynı ya da daha üstün özellikte olduğu belirtilmiştir. Araştırma bulgularına göre susam protein konsantratu gıda endüstrisinde potansiyel bir hammaddedir. Konsantrat ekstrem pH'ta bile emülsiyon kapasitesi, yağ absorplama ve köpük kapasitesi gibi önemli fonksiyonel karakteristiğini korumuştur [60].

Susam protein konsantratu (%62.3) ve izolatu (%87.0) ekmek gibi günlük tüketilen gıdaların besin içeriğini zenginleştirebilmektedir. Yapılan çalışmada susam protein ve izolatu eklenerek pişirilen ekmeklerde (konsantrat ve izolat eklenerek elde edilen ekmekte protein oranı sırası ile %16.2, %18.4) esansiyel aminoasitlerden olan valin, lisin ve lösin miktarında artış gözlenmiştir. Özellikle lisin artışı kontrol örneğine kıyasla %80-125 arasında bulunmuştur. Kükürlü aminoasitlerin miktarı da artmıştır [62].

Susam tohumunda önemli miktarda (%17-32) protein bulunmakta ancak susam yetiştiriciliğinde gübreleme yapılmaması toprağın azot miktarının yetersiz olmasına ve bu nedenle protein oranının düşük kalmasına neden olmaktadır [23].

Çimlenmenin susamın kimyasal bileşimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, susam 4 gün süreyle 25°C sıcaklığa ve %70 bağıl neme sahip ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Süreç boyunca serbest aminoasit değerinin sürekli arttığı görülmüştür. Çimlenmeden önce 142.22 mg olan serbest aminoasit miktarı, birinci gün 729.83 mg, üçüncü gün 1568.51 mg, beşinci gün 1625.33 mg/100g' çıkmıştır. Ancak ham protein miktarında bir değişim gözlenmemiştir [47].

Toplam protein oranı bitki gelişimi boyunca farklılıklar göstermektedir. Çiçeklenmeden 15 gün sonra toplam protein sentezi ani bir artışa geçer ve bundan sonraki aşamalarda protein oranı değişmez. Susam tohumunun son protein içeriği kuru ağırlık bazında %18.6'dır [54].

İki ayrı ekolojik koşulda yetişmiş (Antalya, Menemen), dört farklı yerli susam çeşidinin (Gölmarmara, Özberk, Muganlı, Çamdibi) kimyasal kompozisyonunun araştırıldığı bir çalışmada en yüksek protein oranı %23.18 ile Menemen'de yetişen Gölmarmara çeşidi olarak bulunurken en düşük orana sahip çeşit %18.00 ile Antalya'da yetişen Muganlı

çeşidi olarak bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama protein içeriği %21.00 olarak ifade edilmiştir [56].

Tuz stresi altındaki susamlarda prolin miktarı artmaktadır. Prolinin, hücresel düzeyde osmotik dengenin düzenlenmesinde rol aldığı ve protein stabilizasyonunu sağladığı düşünülmektedir. Genel olarak artan tuz stresiyle total protein değeri azalmaktadır. Susam örneği ile yapılan çalışmada protein miktarında %30'a varan azalma gözlenmiştir [9].

Kore'de dokuz farklı yerel susam çeşidi ile yapılan çalışmada, susamın protein içeriği ile lignan içeriği arasında bir korelasyon bulunduğu tespit edilmiştir. Suwon isimli çeşidin protein içeriği ve lignan içeriği en fazla iken (protein: %31.22±0.25, 1: 6.24±0.04 ve 2: 3.58±0.01mg/g), Soonheuk (%21.52±0.35, 1: 0.91±0.01 ve 2: 0.73±0.01 mg/g) isimli çeşidin protein içeriği ile beraber lignan içeriği de en düşük çıkmıştır. Lignan içeriğinin protein ve yağ içeriğinden etkilendiği sonucuna varılmıştır. Bileşenlerin konsantrasyonunun, yüksek kalitede türlerin seçiminde anahtar faktör olabileceği vurgulanmıştır [63].

Susamda bulunan depo proteinleri; globulinler (67.3%), albuminler (8.6%), prolaminler (1.4%) ve glutelinler (6.9%)'den oluşmaktadır [61]. Sudhir-Singh ve Khanna [64], susam proteinin %76.9'unu ayırmış ve bunun %51.7'sinin globulin, %11.1'inin glutelin, %10.5'inin albumin ve %3.6'sının prolamin olduğunu öne sürmüşlerdir.

Suda çözünmeyen 11S globulin (alfa globulin) ile suda çözünen 2S albumin (beta globulin) susamın iki önemli depo proteindirler ve susam proteinin %80-90'ını oluştururlar. Susam bulunan diğer depo protein 7S globulindir ve %5 oranında bulunur [65].

Susam tohumu, son zamanlarda gıda alerjisi ile de ilişkilendirilmektedir. Susamın depo proteinleri olan 2S albumin, 7S globulin, 11S globulin saflaştırılıp pepsin, tripsin ve kimotripsin ile proteolize tabi tutulduğu çalışmada 2S albuminin proteolize karşı dayanıklı (tripsin ve kimotripsine dirençliyken pepsine karşı oldukça dirençli) 7S globulin ve 11S globulin pepsine karşı dayanıksız olduğu belirtilmiştir [66].

Tiamin bağı proteinler, depo proteinlerdir ve birçok bitki tohumunda meydana gelmektedir. Susamdaki tiamin bağı proteinler ve tiamin seviyesinin değişiminin incelendiği çalışmada çiçeklenmeden sonra protein içeriğinin ve tiamin bağı aktivitesinin tohum gelişimi ile arttığı tespit edilmiştir. Protein birikimi olgunlaşmayla artmaktadır. Çimlenme ile tohumun tiamin içeriği azalırken tiamin fosfat miktarında çok az bir değişim meydana geldiği görülmüştür. Tiaminin, susam tohumunda biriktiği ve tiamin bağı protein kompleksi halinde depolandığı sonucuna varılmıştır [67].

Das et al. [68], susam peptitlerinin, yaygın patojenler üzerine antimikrobiyal aktivitesini araştırdıkları çalışmalarında, bu peptitlerin gram negatif bakterilerin gelişimini inhibe ettiklerini belirtmişlerdir. Susam peptitlerinin bakteriostatik etkilerinin olduğunu ve terapötik formülasyonlara bakteriostat olarak katılabileceğini belirtmişlerdir.

Susam küspesinde fitik asit gibi antinütrisyonel bileşenlerin konsantrasyonu yağ ekstraksiyonuna bağı olarak %2'den %5'e yükselmektedir. Bu dezavantajına rağmen susam küspesi yüksek protein içeriğinden dolayı geleneksel olarak hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Protein kaynağı olarak insan tüketimi için bazı modifikasyonlar yapılması gerekmektedir [60].

Ayrıca susam tohumunun yağ yüzdesi ile protein yüzdesi arasında negatif bir ilişki gözlenmektedir [12].

1.1.4.3. Susamın uçucu aromatik bileşenleri

Gıdalarda, tekstür ve rengin yanında lezzet (tat ve koku) önemli bir özelliktir. Koku, uçucu bileşenlerin burundaki olfaktori bölgesine (regio olfactoria) gelmesi ile algılanır. Literatürde lezzet, koku, aroma bileşenleri eş anlamlı olarak kullanılmaktadır [69].

Uçucu bileşiklerden özellikle aldehytler, alkoller ve onların esterleri yağın aroması ve meyvensi kokusu üzerinde önemli etkiye sahiptir. Uçucu bileşiklerin yağdaki algılanma derecesi genellikle onların konsantrasyonu ile ilgilidir. Ancak, uçucu bileşiklerden yüksek konsantrasyonda olanlar her zaman aromaya asıl katkı yapan bileşenler değildir. Çünkü uçuculuk, hidrofobik özellik, boyut, şekil, molekülün yapısı, tipi ve fonksiyonel grubun

pozisyonu gibi kimyasal faktörlerin aromaya olan etkisi konsantrasyondan daha fazla olabilmektedir [70].

Ayrıca bir gıdanın karakteristik koku ve tadını veren bir bileşen başka bir gıdada istenmeyen (off-flavor) bileşen olabilir [71].

Aroma kompozisyonu, uçucu bileşenlerin kompleks karışımından oluşmaktadır. Bu karışım aldehitler, alkoller, ketonlar, asitler, esterler ve hidrokarbonlar gibi oksidasyon ürünleri ile heterosiklik bileşenler ve benzen halkalarını kapsamaktadır [72].

Susam yağı, yemeklik yağ olarak kullanılmasının yanı sıra Çin, Kore ve Güneydoğu Asya mutfağında lezzet zenginleştirici olarak da kullanılmaktadır. Aroma, susam yağının kalitesinin belirlenmesinde ve tüketici kabulünde en önemli kriterdir. Lezzet, birçok aroma bileşeninin kompleks matriksidir ve susam çeşitleri ve değişik işlem parametreleri ile çeşitlilik gösterir. Kavrulmuş susamın lezzeti ısı işlem koşullarına, ekstraksiyon işlemine ve uçucu bileşenlerin konsantrasyonundaki değişime bağlıdır [73]. Değişik koşullarda ısı işlemine tabi tutulan susam örneklerinde farklı lezzetler gözlenmektedir. Bu durumun lezzet prekürsörlerinin ve aroma bileşenlerinin ısı dayanıklılıklarının farklılığından meydana geldiği düşünülmektedir [74].

Susam yağının uçucu bileşenleri, ekstraksiyon işleminden önce gerçekleştirilen kavurma aşamasının koşullarından etkilenmekte ve aromayı oluşturan pirazinler ve furanlar gibi uçucu bileşenlerin konsantrasyonunu artırmaktadır. Kavurma sıcaklığının artması ile alkoller ve aldehitler azalmaktadır. Kavurma koşullarının yanında solvent ekstraksiyonu, mekanik pres ekstraksiyonu ve sıcak suda yüzdürme gibi ekstraksiyon yöntemleri de aroma bileşenleri üzerine etkilidir [73].

Pirazinler kavrulmuş susamın anahtar bileşenidir. Yaklaşık 160°C'de yapılan kavurma işleminde pirazinler baskınken daha yüksek sıcaklık (200°C) uygulamaları furanların oluşumunu artırmaktadır [75].

Kavurma ile oldukça kokusuz susam tohumları bile kavruk, yanık, ete benzer, kükürtlü koku notaları üretirler [74]. Beyaz susam tohumunun kavrulması sonucu yoğun kavruk, tatlı, yanık koku oluşur. Ancak siyah susam tohumu aynı koşullarda kavrulduğunda kavruk kokunun yanında yağlı notalar daha baskındır. Siyah susam tohumunda yağlı kokuyu veren (E,E)-2,4-dekadienal ve 2-pentilpiridin, kavruk, yanık kokuyu veren 2-furfuriltiyol ve 2-feniletilyol miktarları daha fazladır [69].

Susam yağında 400'den fazla lezzet bileşeni izole edilip tanımlanmıştır. Pirazinler (49 adet), piridinler (17), pirroller (16), furanlar (32), tiyofenler (16), tiyazoller (23), karbonil bileşenler ve diğerleri olarak sınıflandırılmışlardır. Bunlar arasında alkil pirazinler esas bileşenlerdir ve yoğun-kavruk lezzet verirler. Tiyazoller ve tiyofenlerin karakteristik kavrulmuş susam lezzetine katkıda buldukları kabul edilmektedir [17].

Pirazinler, pirroller, tiyazoller, tiyofenler ve furanlar, susam yağının aromasının oluşmasından sorumlu uçucu bileşenlerdir. Kavurma aşamasında sıcaklığın 160°C'den 200°C'ye çıkarılmasıyla susam yağında peroksit, karbonil ve anisidin konsantrasyonunda çok az artış meydana gelmektedir. Yapılan çalışmada değişik kavurma koşullarında 10 pirazin, 4 pirrol, 4 furan, 1 piridin, 8 asit, 3 fenol, 2 alkol, 1 tiyazol, 1 tiyofuran, 1 imidazol, 5 aldehit, 2 keton ve 9 adet diğerleri olmak üzere toplam 51 bileşen tanımlanmıştır. Aynı kavurma koşullarında değişik çeşitlerin benzer aroma bileşenleri kompozisyona sahip olduklarını belirtmişlerdir. Değişik kavurma koşullarında pirazin gibi uçucu bileşenlerde belirgin farklılıklar meydana gelmiştir ve kavurmanın yoğunluğuna bağlı olarak uçucu bileşenlerin konsantrasyonu artmıştır [73].

Kavurma derecesinin susam yağının uçucu bileşenlerinin oluşumuna etkisinin araştırıldığı çalışmada hafif kavurma işlemi ile 2014 ppb uçucu bileşen tespit edilirken, yoğun kavurma işlemi ile 9726 ppb uçucu bileşen tespit edilmiştir. Kavurma derecesi artırıldıkça monoalkil pirazinler azalırken di- ve trialkilpirazinler artmıştır. Yoğun kavrulmuş susamdan elde edilen yağda 4,5-dimetilizotiyazol, 4,5-dimetiltiyazol, 2-propil-4-metiltiyazol, ve 2-butil-5-metiltiyazol miktarı artmış, hekzanal, (E)-2-heptenal, ve (E,E)-2,4-dekadienal hafif kavrulmuş susamdan elde edilen yağ ile aynı miktarda bulunmuş, guaiakol ve 2-

furanmetanetiyoil miktarı ise sırası ile 32 ppb'den 321 ppb'ye; 4 ppb'den 40 ppb'ye artış göstermiştir [76].

Zhao et al. [72], susam yağının uçucu bileşenlerini; propanenitril, 2-propenoik asit, metil ester, 3-metil-2-butanon, tiyofen, n-propil asetat, pirazin, tiyazol, 2-metil-tiyofen, 4-metiltiyazol, 2,4-dimetil-tiyazol, 1-(2-furanil)-etanon, 2(5H)-furanon, 1H-pirrol-2-karboksialdehit, 2-metoksi-fenol olarak tanımlamışlardır.

Susam aromasında, etkili bileşenleri tespit etmek için yapılan çalışmada 'kavrulmuş ve baharatımsı' aroma anahtar faktör olarak tanımlanmıştır. Kavrulmuş ve baharatımsı aroma ile butanetiyoil, prenil merkaptan, 2-metil-3-furantiyoil and dimetil trisülfid arasında ilişki kurulmuştur [77].

Susam yağı lezzetinde 2-merkaptasetaldehit ve hidrojen sülfid gibi asetil pirazinler, alkil pirazinler ve sülfür içeren bileşenlerin önemli rol oynadığı düşünülmektedir [77].

Uçucu aromatik bileşenler susam ürünlerinin kendine has lezzet ve kokusunun oluşmasını sağlamaktadır. Susam yağının uçucu aromatik bileşenlerinin araştırıldığı çalışmada 171 pik tespit edilmiş ve 134 tanesi tanımlanmıştır. Tanımlanan bileşenler 25 pirazinler, 1 prinidinamin, 8 piridin, 14 pirrol, 3 tiyofen, 11 tiyazol, 2 tiyoil, 1 disülfid, 11 furan ve furanon, 11 hidrokarbon, 2 ester, 14 aldehit, 9 keton, 6 alkol, 3 fenol, 5 yağ asidi ve 8 diğer maddelerden oluşmaktadır. Bunlardan 1-(5-metil-2-furanil)-1-propanon, 3-formiltiyofen, 2-propil-4-metiltiyazol, 2-etil-4-metil-1H pirrol, 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-pirrol-2-il) etanonun karakteristik lezzet ve kokuyu oluşturduğu düşünülmektedir [76].

Susam yağı karakteristik lezzetini, kavurma işlemi ile oluşan çok sayıda bileşene borçludur. En önemlileri 2-furilmetantiyoil (kahvede, ısıl işlem görmüş ette bulunur), (2-metoksifenol), feniletantiyoil ve furaneol (4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon); ayrıca vinilguakol, 2,4-dekadienal, 2-pentilpiridin ve 2-acetil pirrolin, 2-pentil piridin, alkillenmiş ve asetillenmiş pirazinler gibi O ve N içeren heterosikliklerdir [75].

Kavrulmuş susamdan elde edilen susam yağı esas bileşen pirazinlerin yanında sülfür ve nitrojen içeren bileşenler içermektedir. Bütün bu tipik bileşenler susamın kavrulması ile oluşan kahverengileşme reaksiyonu sonucu oluşan bileşenlerdir. Susam yağının majör bileşenlerinden olan pirazinler bir dizi reaksiyon sonucu oluşur. Önce indirgen şekerlerle aminoasitlerin reaksiyonu (Maillard reaksiyonu) gerçekleşir ve alfa-dikarbonil bileşenler oluşur. Sonra bu bileşenlerin sistein ve metiyonin gibi sülfür içeren aminoasitlerle reaksiyonu (Strecker degradasyonu) sonucu pirazinlerin meydana geldiği düşünülmektedir [78].

Agyemang et al. [78], kavrulmuş susamdan elde edilen yağda iki yeni bileşen (2-etil-4-metil-3-tiyazolin ve 2-izopropil-4-metil-3-tiyazolin) tespit etmişlerdir. Organoleptik olarak ilginç olan bu bileşenlerden 2-etil-4-metil-3-tiyazolin, konsantrasyona bağlı olarak şeftali tadına benzetirken, 2-izopropil-4-metil-3-tiyazolin yine konsantrasyona bağlı olarak şeftali tadı ve çikolata tadı verdiğini belirtmektedirler.

Ilımlı koşullarda kavrulmuş (180°C/10 dakika) susam tohumlarında 41 tane uçucu aromatik bileşen (odour-active) tespit edilmiştir. Bunlardan 31 tanesi tanımlanmıştır. 2-asetil-1-pirrolin (kavruk), 2-furfuriltiyol (kahve benzeri), 2-feniletiltiyol (lastik-benzeri&kuaçuksu) and 4-hidroksi-2,5-dimetil-3(2H)-furanon (karamel benzeri) olmak üzere dört tanesinin kavrulmuş susam kokusuna önemli katkısı olduğu sunucuna varılmıştır [74].

Soğuk presle elde edilmiş susam yağının uçucu bileşenleri asetik asit, pentanal, toluen, metil pentanal, hekzanal, 2-pentilfuran, terpen, nonanal olarak tespit edilmiştir [57].

Isıl işlem görmemiş ve çeşitli ısıl işlemlerden (kavurma, buhar, buhar+kavurma, mikrodalga) geçmiş susam tohumundan elde edilen tahinin uçucu bileşenlerinin tespit edildiği çalışmada en fazla bileşen kavrulmuş susam tohumundan elde edilen tahinde belirlenmiştir. Ham susam tohumu ve kavurma, buhar, buhar+kavurma, mikrodalga işlemleri uygulanmış susam tohumlarından elde edilen sırasıyla 85, 117, 97, 93 ve 87 bileşen tespit edilmiştir. Bunlardan sırasıyla 65, 87, 67, 46 ve 54 tanesi tanımlanmıştır.

Ham susam tohumundan elde edilen tahinde 36 hidrokarbon, 8 aldehit, 4 keton, 8 alkol, 2 asit, 2 ester ve 1 pirazin tanımlanmıştır. Pirazinler kavrulmuş susam tohumunun aromasına katkıda bulunan bileşenlerdir ve kavrulmuş susam tohumundan elde edilen tahinde 10 adet bulunmuştur [79].

Kavrulmuş susam tohumundan elde edilen yağ, 4 hafta boyunca hızlandırılmış oksidasyona tabi tutulmuştur (70°C/karanlık). Bu süreçte konjuge dioneik asit (CDA) içeriği yavaşça artmıştır. CDA değeri ile kötü koku veren bileşenlerden pentan, hekzan, hekzanal, heptanal, 1-pentanol, asetik asit ve furfuril alkol bileşenleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir ve hekzanal, heptanal ve 1-pentanolün susam yağında otooksidasyonun indikatörü olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir [80].

Chen et al. [81], susam yağı içeren farmasötik formülasyonlarda 2,4-dekadienal'in formülasyonu bozan uçucu degradant olduğunu belirlemişlerdir.

Daha önce yapılan çalışmaların hemen hepsinde kavrulmuş susam ve kavrulmuş susamdan elde edilen yağ, tahin gibi ürünlerin uçucu aromatik bileşenlerinin tespit edildiği görülmüştür.

1.2. Tohum ve Yağ Verimi

1.2.1. Çeşitli tarımsal uygulamaların verim üzerine etkileri

Beş farklı dozda kompost (1, 2, 3, 4 ve 5 ton/da), bir kimyasal gübre (5 kg P₂O₅/da, 7 kg N/da) kullanılan araştırmada kullanılan kompostun yapımında %25 buğday artığı, %25 mısır artığı, %25 pamuk artığı ve %25 oranında taze at gübresi kullanılmıştır. En yüksek susam veriminin 2 ton/da kompost uygulamasından elde edildiğini, bunu kimyasal gübre uygulamasının izlediği belirtilmiştir [22].

Organik kompost uygulamasının yapıldığı çalışmada yağ ve proteinin oransal (%) olarak değişmediği gözlenirken bitki başına toplam miktarlarında artış gözlenmiştir. Doymamış yağ asitlerinde bir değişim olmayıp doymuş yağ asitlerinde minör bir değişim meydana gelmiştir [82].

İkinci ürün susamda farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafelerin verim ve verim unsurları üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada sıra arası ve sıra üzeri mesafeler genişledikçe, birim alandaki bitki sayısı azaldıkça, genel olarak tohum veriminin azaldığı tespit edilmiştir. En düşük verim 67.7 kg/da ile 70x30 cm ekim sıklığında elde edilirken, en yüksek verim 111.5 kg/da ile 30x5 cm ekim sıklığında belirlenmiştir [30].

Susam bitkisinin tuza dayanımı ve farklı konsantrasyonlardaki (50 mmol, 100 mmol, 150 mmol, 200 mmol, 250 mmol) tuz uygulamasının neden olduğu verim kaybının incelendiği çalışmada 3 susam çeşidi (Osmanlı, Orhangazi, Cumhuriyet) kullanılmıştır. Verim ve verime bağlı parametreler incelendiğinde, tuzluluğun verimi azaltan bir etken olduğu ve konsantrasyonu arttıkça verim kaybında da artış gözlendiği belirtilmiştir [19].

Yapılacak ekim sıklığı düzenlemesi ile tohumda yüksek miktarlarda verim artışı sağlanabilir [30]. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, susamda elle serpmeye ekimde dekara 700-1000 g tohumluk kullanmayı tavsiye etmektedir. Makineli ekimde ise 250-300 g tohumun yeterli olduğu, sıra arası mesafenin 70 cm, sıra üzeri ekim sıklığının ise 5-6 cm olması gerektiğini belirtilmektedir [83].

Susam üretiminde en büyük problemi tohum kaybıdır. Tohum ve kapsül olgunluğunu doğru değerlendirilip hasat zamanı doğru belirlenirse maksimum verim alınabilir [10].

Türkiye susam üretiminin yetersiz düzeyde olması, ekim alanlarının azlığından değil, verimin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde üretimin, nadasa bırakılmış alanlarda ve kuru şartlarda yapılmasından ileri gelmektedir. Susam tarımı, sulu şartlarda, gerekli gübreleme ve diğer kültürel işlemleri ile yapılırsa, verim ikiye hatta üçe katlanabilir [22].

1.2.2. Verim artırmaya yönelik genetik çalışmalar

Susam üretiminde verimi artırmak için ya kapsülleri çatlamayan, ya da eş zamanlı olgunlaşan çeşitlere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bazı fungal hastalıklar (*Alternaria sesemicola*, *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp. gibi) da verimi düşürmektedir. Bu nedenle hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Değişik bitkilerde

yapılan doku kültürü yöntemleri ile gen aktarımı sayesinde bitkilerin besin kaliteleri artırılmış, önemli biyolojik moleküller üretilmiş, herbisit, pestisit, viral ve fungal hastalıklarla çevresel strese karşı direnç kazanmaları sağlanmıştır. Susam bitkisi ile yapılan çalışmada bitkinin ıslahı açısından önemli olacak doku kültürü sistemi ve *Agrobacterium tumefaciens* aracılığı ile genetik transformasyonu kurulmaya çalışılmıştır [13].

Çiçekleri eş zamanlı olgunlaşan mutantlar geliştirmeye yönelik susamın genleri üzerinde yapılan çalışmalarla, kapsülün farklı zamanlarda olgunlaşıp çatlayarak tohumların dökülmesinin önüne geçmek amaçlanmıştır. Böylece tohum kaybı nedeniyle verim düşmeyecek ve hasat makine ile yapılabilir [15].

1.2.3. Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile yağ verimi

Soğuk presle elde edilen susam yağı batılı ülkelerde aktarlarda satılırken birçok Asya ülkesinde sıcak pres tercih edilmektedir. Sıcak suda yüzdürme, Çin'de 400 yıldır kullanılan geleneksel bir ekstraksiyon yöntemidir. Yöntem sınıflandırma, kavurma, öğütme, karıştırma ve yağı alma gibi işlemleri kapsamaktadır. Çin'de mekanik pres uygulaması 1980'de başlamıştır, öncesinde sıcak suda yüzdürme tekniği kullanılmaktaydı. Ancak verim açısından çözgen ekstraksiyonu, yemeklik yağ üreticileri için yağ ekstraksiyonunda daha etkin ve tam bir yöntemdir [73].

Çözgen ekstraksiyonunun verimi diğer yöntemlerden iyi olmakla birlikte yöntem, ısıya hassas bileşenlerden bozulma ürünleri oluşmasına yol açmakta ve iz miktarda toksik solvent kalıntısı bırakmaktadır. Süperkritik sıvı ekstraksiyonu yönteminin toksik kalıntı sorunu bulunmamaktadır. Hem yöntemin ekstraksiyon verimini artırmak, hem de bu zararlı bileşenlerin oluşumunu ve solvent kalıntısını önlemek için bu yöntem ile susam yağının ekstrakte edildiği çalışmalar yapılmıştır [42].

Corso et al. [84] susam yağını, süperkritik karbondioksit ve basınçlı propan ile elde etmeleri çalışmada, ekstraksiyon verimine etki eden değişkenleri CO₂ ekstraksiyonunda solvent ve yoğunluk iken; propan ile ekstraksiyonda en önemli parametrenin sıcaklık olduğu belirtmişlerdir. Her iki solventle yapılan ekstraksiyondan elde edilen yağların oksidatif stabiliteleri ve yağ asitleri profilinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Propanla

ekstraksiyon CO₂ ile ekstraksiyondan daha hızlı bulunmuştur. Ekstraksiyon verimlerinin, hekzana göre çözücü olarak CO₂ kullanımında en iyi %69.3, propan kullanımında %72.1 olduğu belirtilmiştir.

Döker vd. [42], süperkritik CO₂ yöntemi ile değişik basınç, sıcaklık, süperkritik CO₂ akış hızı ve partikül büyüklüğü parametrelerinin ekstraksiyon verimine etkisini araştırmışlardır. Basınç ve süperkritik CO₂ akış hızı arttıkça ekstraksiyon verimi artmış ve aynı zamanda ekstraksiyon süresi de azalmıştır. Partikül boyutu azaldıkça, partikül içi difüzyon direncinin azalmasına bağlı olarak ekstraksiyon verimi artmıştır. 50°C’de, 350 bar basınçta, 2 ml CO₂/dk hızda, ve 300-600 mikro metre büyüklükte maksimum ekstraksiyon verimi %85 (hekzanla sokshalet ekstraksiyonuna kıyasla) olarak bulunmuştur.

Susam yağının ve proteininin 5 farklı enzim karışımı (Proteks 7L, Alkalaz 2.4L, Vizkozim L, Natuzim, and Kemzim) ile ekstrakte edildiği çalışmada ekstraksiyon etkinliği, kontrol numunesi ve kimyasal ekstraksiyon numunesi ile karşılaştırılmıştır. Hekzanla yapılan ekstraksiyon ile %50.2, kontrol ekstraksiyonu ile %12.3 yağ elde edilirken enzimlerle en iyi verim Alkalaz 2.4L enzimi ile %21.4 yağ oranı (toplam yağın %57.4’ü) ile elde edilmiştir [49].

Protein ekstraksiyonunda en iyi yüksek verim Proteks 7L enziminin kullanıldığı süreçten elde edilmiştir. Solvent ekstraksiyonu ile %29.4 olarak bulunan değer kontrol numunesinde %12.7, enzim yardımcı sıvı ekstraksiyonunda %23.4 (toplam proteinin %87.1’i) olarak bulunmuştur. Yağ asitleri profili enzim yardımcı sıvı ekstraksiyonu ile elde edilen yağ ile kontrol numunesi ve hekzan ile ekstrakte edilen yağlar arasında önemli bir fark olmadığı ortaya konmuştur. Ancak enzimle ekstrakte edilen yağın tokoferol içeriğinin fazla olduğu saptanmıştır [49].

1.3. Susam ve Ürünlerinin Fonksiyonel Kullanımları

Susam, susam yağı, susam yağı ekstrakte edildikten sonra yan ürün olarak değerlendirilmeyi bekleyen susam küspesi, tahin ve helva yapımında soyulup ayrılan kabuk fraksiyonu, susam filizi, susamdan veya yağından izole edilen lignanlar ve susam bitkisinin yaprakları fonksiyonel olarak kullanılabilir.

Tohum filizleri, sahip oldukları zengin diyet lifleri ve biyoaktif bileşenlerden dolayı fonksiyonel gıda olarak Asya ülkelerinde tüketilmektedir. Günümüzde Amerika ve Avrupa ülkelerinde de popüler olmuştur. Daha çok maş fasulye (mungbean) ve soya filizi daha yaygın olsa da susam tohumu da iyi bir tohum filizidir. Yapılan çalışmada susamın filizlenmesinin ilerlemesi ile serbest aminoasit, gama-amino butirik asit ve toplam fenolik bileşenlerinin arttığı, ham yağ içeriğinin ise azaldığı görülmüştür [47].

Hahm et al. [55], susam tohumlarını çimlendirerek yaptıkları çalışmada susamın bu haliyle soyadan daha fazla kalsiyum içerdiğini ortaya koymuşlardır. Çimlenme ile mükemmel bir sesamol kaynağı haline gelmiştir ve yaklaşık 500 kat artarak 475 mg/100 g'a ulaşmıştır. E vitaminin en aktif formu olan alfa tokoferol yaklaşık yüz katı artarak 32 mg/100 g olmuştur. Kullanım amacına göre hasat zamanının belirlenebileceği belirtilmiştir.

Susamın etanolik ekstraktı bitkisel yağların oksidatif bozulmalarına karşı alternatif bir koruyucu olabilmektedir. Kabuklu kavrulmamış, kabuklu kavrulmuş, kabuksuz kavrulmamış ve kabuksuz kavrulmuş susamlardan ekstrakte edilen susam ekstraktları zeytinyağı, soya yağı, ayçiçeği yağı ve mısır yağına eşit konsantrasyonda katılıp oksidatif bozulmalarının değerlendirildiği çalışmada kabuklu ve kavrulmamış susamdan elde edilen ekstraktın diğer ekstraktlardan daha etkili olduğu bulunmuştur. Oksidatif stabiliteyi sağlayan sesamol ve fenolik bileşenlerin kabukta daha fazla bulunduğu ve oksidatif stabiliteyi sadece fenolik bileşenlerin miktarı değil kompozisyonun da etkilediği sonucuna varılmıştır [85].

Sesamol ve melanoidin benzeri kahverengi bileşenler kavrulmuş susamdan elde edilen yağda antioksidan aktiviteye katkıda bulunurlar. Ayrıca kavrulmuş susamdan elde edilen yağın antioksidan aktivitesinde sesaminol de önemli rol oynamaktadır [86].

Susam küspesi sahip olduğu antioksidanlardan dolayı yağ endüstrisinde yan ürün olarak kullanılabilir. Ancak susam üreten bazı ülkelerde ekstraksiyondan sonra kalan küspe atılmakta veya hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Susam küspesinin antioksidan aktivitesinin araştırıldığı çalışmada çoklu doymamış yağ asitlerince zengin ayçiçeği yağı

ile soya yağı hızlı oksidasyona tabi tutulmuş ve susam küspesi ekstraktı ile yapay antioksidanların etkinliği kıyaslanmıştır. 200 ppm'lik konsantrasyondaki susam keki ekstraktı yasal limitlerde eklenen bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ile yarışacak düzeyde etkili olmuştur. Susam küspesi ekstraktının, diğer yağlara doğal antioksidan olarak katılarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir [87].

Susam küspesinin metanolik estraktının soya, ayçiçeği ve aspir yağlarındaki antioksidan özelliklerinin araştırıldığı çalışmada 200 ppm'lik susam küspesi ekstraktının aynı konsantrasyondaki BHT'den daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır [88].

Susam lignanları yemeklik yağlarda ve gıda endüstrisinde doğal antioksidan olarak kullanılabilir. Diğer yemeklik yağlara yapay antioksidanlar yerine belirli miktarda karıştırılarak oksidatif stabilite sağlanabilir.

Helva ve tahin üretiminde susam tohumunun kabuğu soyulmakta ve yan ürün olarak ayrılmaktadır. Yapılan çalışmada kabuk fraksiyonunun, iç kısımdan yağ ve protein içeriği az bulunmuş olmakla birlikte diyet lifi, kül, polifenol ve serbest yağ asitleri içeriğinin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Kabuk ve iç kısımdan elde edilen yağın yağ asitleri kompozisyonunda önemli bir değişiklik kaydedilmemiştir [38].

Susam perisperminden elde edilen polifenolik karışım hidrojen peroksit (H_2O_2), sodyum azid (NaN_3) ve benzopiren (BaP) gibi mutajenlere karşı antimutajenik özellikler sergilemektedir [89].

Susam küspesinin, besi koyunlarının beslendiği soya ve arpa küspelerine %20 oranında katılması sonucu beslenme ile alınacak verimi değiştirmemekte ancak yem maliyetini düşürmektedir [90].

Susam ve susamdan elde edilen diğer ürünlerinin yanında Nijerya'da ve bazı tropikal ülkelerde susam bitkisinin yaprakları da tüketilmektedir. Susam yaprakları, Japonya'da fonksiyonel bileşenler içeren gıda maddesi olarak yeni kullanılmaya başlanmıştır. İki Japon genotipinin yaprakları ile yapılan çalışmada yaprakların susam tohumunun 1/5000'i

kadar ve ya daha az oranda sesamin içerdiği bulunmuştur. Ancak bu durumun hasat zamanına bağlı olarak değişim gösterebileceği ifade edilmiştir [91].

Susam tohumunun, kullanılmadan önce genellikle kabuğu soyulmakta ve kavrulmaktadır. Böylece fonksiyonel özellikleri gelişmekte, daha iyi bir lezzet ve renk ortaya çıkmakta ve duyu kalitesi artmaktadır. [3].

1.4. Susam ve Ürünlerinin Beslenme ve Sağlık Üzerine Etkileri

Binlerce yıldır, Asya ülkelerinde çeşitli hastalıklardan korunmak için tüketilmektedir. Pek çok kaynak, susam tüketiminin plazmada gama tokoferol miktarını artırmasının ve yüksek E vitamini aktivitesinin olumlu etkilerinden bahsetmektedir. Yaşlılığa bağlı olarak meydana gelen kanser ve kalp rahatsızlıklarını önleyebileceğine inanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, günlük diyetle susam eklenmesi ile kolesterolün düştüğünü ve antioksidan kapasitenin arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca susam yağının kolon kanserini önleyebileceği, kan basıncını düşürdüğü ve lipid peroksidasyonunu azalttığı belirtilmiştir [3].

Susamdan ayrılan kabuk fraksiyonu da içerdiği fenolik bileşenler sayesinde in vitroda peroksidasyon sistemlerine karşı güçlü bir antioksidandır [92].

Elleuch et al. [38], susam yağı ve susam tohumu kabuğu yağının birçok hücre zarardan sorumlu olan UV-B (290-320 nm) ve UV-A (320-400 nm) ışınlarına karşı koruma sağladığını göstermişlerdir.

Susam yağı sahip olduğu E vitamini sayesinde aldehitleri bağlayan bileşen olan sisteini içeren glutasyonu artırmaktadır. SOD (süper oksitdismutaz), CAT (katalaz), GPx (glutasyon peroksit) ve GST (glutasyon-S-transferaz) gibi antioksidan enzimler, serbest radikal oluşumuna bağlı oksidatif hasardan beyni korumaktadır. Susam yağı ile 15 gün beslenen (diyetlerinin %20'si) farelerde bu enzimlerin salgısı azalmıştır. Susam yağının antioksidan bileşenleri sayesinde iskemiye (iskemi: vücutta bir bölgenin yerel kanlanma eksikliği) karşı beyni koruyucu etkisi ortaya konmuştur [93].

Sesamin susamda ve susam yağında, episesamin susam tohumunun kavrulmadan rafine edilmesi ile elde edilen susam yağında sesaminle 1:1 oranında bulunmaktadır. Serum kolestrolünü, lipit seviyesini ve kan basıncını düşürücü etkileri vardır. Alfa tokoferolle sinerjik etkileri bulunmazken gama tokoferolün biyoyararlılığını artırmaktadır. Sesamin ve episesamin fenolik hidroksil grup içermezler ve düşük radikal yakalama aktivitesi gösterirler. Yapılan çalışmada sesaminin in vivo DNA'ya zarar vermediği ve her ikisinin de genotoksitesisi bulunmadığı belirtilmiştir [94].

Ayrıca sesamin, hipertansiyona ve göğüs kanseri gibi hormonlara bağlı hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir [91].

Susam yağının estrogenic aktivite, kan lipitlerini ve araşidonik asit seviyesini düşürmek gibi birçok fizyolojik fonksiyonu vardır. Susam yağının renk, kompozisyon ve kalitesinin belirlenmesinde anahtar basamak kavurma işlemidir. Stabilitayı sağlayan antioksidan faktörler kavurma parametrelerinden etkilenmektedir. Yapılan çalışmada en çok antioksidan bileşiğin ve toplam fenolik içeriğin 200°C'de 20 dakika kavurma ile elde edildiği belirtilmiştir [95].

Bitki glikozitleri antioksidan özelliğe sahiptir. Yağı alınmış susam unun antioksidan aktivitesinin içerdiği sesaminol glikozitleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir [96].

Susam ve ürünlerinin birçok faydasının yanında taradığımız kaynaklarda belirli durumlarda bazı zararlarının olduğu da belirtilmiştir. Bazı kişilerde susam alerjanları içeren kozmetik ve farmasötik ürünlere direk maruz kalmaları sonucu cilt iltihabı gözlenmiştir [3].

Susamın alerjiye neden olduğu ilk olarak 1950'de belirlenmiştir. 14 kDa büyüklüğündeki protein major susam alerjanı olarak rapor edilmiş, sonra 2S albuminin prekürsörü olarak tanımlanmıştır. Susam alerjisinin semptomları ürtiker (kaşıntılı deri hastalığı), anjiyoödem (bir deri altı rahatsızlığı), rinit (burun iltihaplanması) ve astımı kapsamaktadır [3].

2S albumin, sindirim enzimlerine dirençli (tripsin ve kimotripsine orta dirençli; pepsine karşı çok dirençli) olması nedeniyle bazı kişilerde alerjan etki göstermektedir [66].

Susam kabuğunda bulunan fitik asit ve oksalik asit sağlığa zararlı bileşenlerdir. Susam kabuğunun %5.39'unu oksalik asit oluşturur. Doymuş okzalat çözeltisi kalsiyuma bağlanmakta ve kristal oluşturarak çökmektedir. Kalsiyum okzalatın idrar içinde çözünürlüğü az olduğu için yüksek miktarda bulunması böbrek taşı riskini artırmaktadır [92]. Ancak kabukta bulunan bu bileşenler susam yağı, tahin ve tahin helvası gibi susam ürünlerinde risk oluşturmamaktadır. Çünkü genellikle bu ürünlerin yapılış aşamalarında kabuk fraksiyonu soyularak uzaklaştırılmaktadır [3].

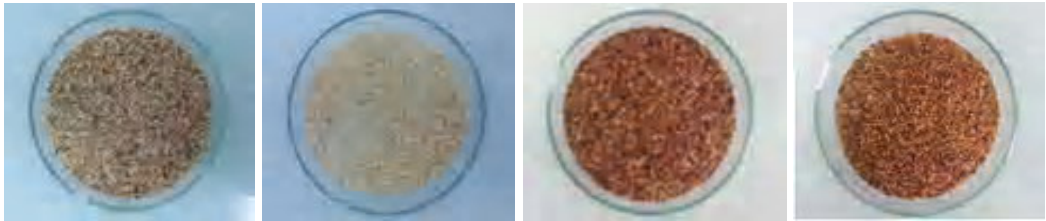
2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Susam örnekleri

Çalışmada aşağıda isimleri belirtilen 8 susam çeşidi orijinleri olan illerden getirtilip Selçuk Üniversitesi Çumra Meslek Yüksek Okulu tarla deneme alanında yetiştirilmiştir. Toplam yağ ve aromatik bileşenlerin tayinlerinde susam örnekleri öğütülerek işleme alınmış, ham protein tayininde ön işlem uygulanmamış ve yağ asitleri bileşiminin tayininde daha önceden ekstrakte edilmiş ve +4°C’de depolanmış yağ örnekleri kullanılmıştır.

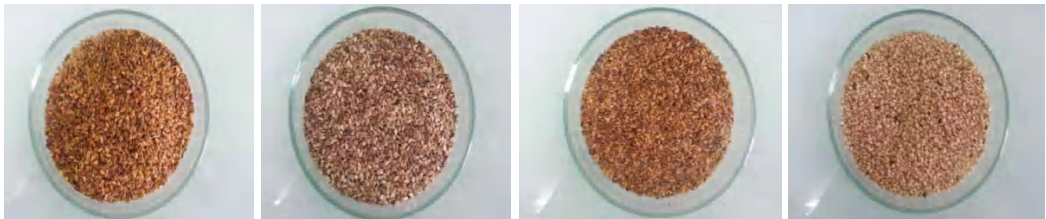


Aydın İncirliova

Bartın Ulus

Urfa Siverek

Konya Akören



Mersin Mut

Diyarbakır Çüngüş

Konya Çumra

Pakistan

Şekil 2.1. Tohumluk susamların resimleri

2.1.2. Kimyasal maddeler ve standartlar

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler ve standartlar yurt dışından aracı firmalar vasıtası ile temin edilmiştir. Konu içerisinde yeri geldikçe hangi kimyasal maddelerin ve standartların kullanıldığı; bunların markaları ve hangi işlemlerde kullanıldıkları belirtilecektir.

2.1.3. Alet ve ekipmanlar

Konu içerisinde yeri geldikçe hangi alet ve ekipmanların kullanıldığı; bu alet ve ekipmanların markaları, modelleri ve hangi işlemlerde kullanıldıkları belirtilecektir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Yetiştirilecek susam çeşitlerinin belirlenmesi

Türkiye’de susam yetiştiriciliği yapılan bölgelerden toplanan yüz çeşit susamdan önce fiziksel bir eleme yapılmış ve bunlardan yirmi çeşit seçilmiştir. Bu çeşitlerin toplam yağ oranları analiz edilmiş ve en yüksek yağ oranına sahip yedi yerli çeşit ve yağ oranı %50’nin üzerinde (%52) olan Pakistan çeşidi Konya-Çumra’da yetiştirilmek üzere seçilmiştir.

2.2.2. Tohumların deneme alanına ekilmesi ve hasat edilmesi

Tohum ekimi 20 Mayıs’ta, hasat Ağustos sonu-Eylül ortası tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışılan susam çeşitlerinin kapsülleri eş zamanlı olgunlaşmadığı için bitkiler belirtilen tarihler arasında hasat olgunluğuna eriştikçe hasat edilmiştir.

2.2.3. Bitkisel özelliklerinin tespiti

Bitki boyu (cm): Her parselde 5 bitkinin toprak yüzeyinden bitki ucuna kadar olan kısım ölçülüp ortalama değer olarak tespit edilmiştir.

Kök boyu: Her parselde 5 bitkinin toprak yüzeyinden kök ucuna kadar kısmı ölçülerek ortalama değer olarak tespit edilmiştir.

Dal sayısı (adet): Her parselde 5 bitkideki dal sayılarak ortalaması adet olarak tespit edilmiştir.

Yaş ağırlık: Her parseldeki bitkilerin tamamı sökülerek topraklarından temizlenip tartılarak bulunmuştur.

Kuru ağırlık: Her parseldeki bitkilerin tamamı sökülerek topraklarından temizlenmiş tanelerin kapsüllerinden kolayca ayrıldığı güne kadar kurutulmuş ve tamamı tartılarak bulunmuştur.

%Nem kaybı: (Yaş ağırlık-Kuru ağırlık) / Yaş ağırlık X 100 olarak hesap edilmiştir.

Verim (g): Her parselde elde edilen bütün tohumlar tartılarak dekara çevrilerek hesap edilmiştir.

Hasat indeksi (%): Parsel verimi / Biomass (Kuru ağırlık) X 100 olarak hesap edilmiştir.

Bin tane ağırlığı (g): Her parselde elde edilen tohumlardan 4 tane 100 sayılarak hesap edilmiştir.

Kapsül sayısı (adet): Her parselde 5 bitki kapsülü sayılarak ortalaması adet olarak tespit edilmiştir.

Kapsülde dane sayısı (adet): Her parselde 5 bitkideki kapsüllerdeki taneler sayılarak ortalaması adet olarak tespit edilmiştir (tohum sayısı).

Tek kapsül ağırlığı: Her parselde 5 bitkideki kapsüller -içi boşaltıldıktan- sonra sayılıp ortalaması alınarak tespit edilmiştir.

Kapsül çapı: Her parselde 5 bitkideki kapsüller dijital kumpasla ölçülerek ortalaması tespit edilmiştir.

Kapsül eni: Her parselde 5 bitkideki kapsüller dijital kumpasla ölçülerek ortalaması tespit edilmiştir.

Kapsül boyu: Her parselde 5 bitkideki kapsüller dijital kumpasla ölçülerek ortalaması tespit edilmiştir.

Kapsül hacmi: Kapsül boyu X kapsül eni X kapsül çapı olarak hesap edilmiştir.

2.2.4. Toplam Yağ Miktarı Tayini

Susamın toplam yağ içeriği Sokshalet düzeneği (Su Banyosu, Şimşek, SGB-306, Türkiye) ile hekzan (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılarak ekstrakte edilmiştir [97].

Metodun Uygulanışı

Öğütücü (Ika-Werke, A10, Almanya) ile susam tohumlarının boyutları küçültülmüştür.

5±0.05 g (Analitik terazi, Starious, TE214S, Almanya) alınarak ekstraksiyon kartuşlarına yerleştirilmiştir.

103°C'de 2 saat kurutulan balon jojelerin darası alınmış ve düzenekteki yerine yerleştirilmiştir.

Kartuşlar cam gövdeye yerleştirilip hekzan eklenerek 1 tam sifon yaptırılmış ve ardından cam gövde yarısına kadar hekzanla doldurulmuştur.

Su banyosunun (Su banyosu, Şimşek, SGB-306, Türkiye) sıcaklığı ayarlanıp geri soğutucu açılarak ekstraksiyon işlemi başlatılmıştır.

Kaynama başladıktan sonra 6 saat ekstraksiyon sürdürülmüştür.

103°C'deki etüvde (Heraus, FT 420, Türkiye) hekzan uzaklaştırılmıştır.

Balon jojeler desikatörde ortam sıcaklığına getirilmiş ve tartım alınmıştır.

Sabit tartıma gelene kadar hekzanı etüvde uçurma, desikatörde ortam sıcaklığına getirme ve tartım alma işlemleri sürdürülmüştür.

Örneklerin içerdikleri toplam yağ miktarı yüzde olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yüzde yağ miktarı} = (\text{Ekstrakte edilen yağ miktarı} / \text{örnek kütlesi}) * 100$$

2.2.5. Ham Protein Miktarı Tayini

Metodun Uygulanışı:

0.2±0.02 g susam tohumu tartılmış ve alüminyum kapsül (Leco Tin Foil Capsule) içinde cihaza (Leco FP-528 Protein/Nitrojen Analizörü) yerleştirilmiştir.

Cihazdan %N miktarları alınmıştır.

Örneklerin içerdiği protein miktarı yüzde olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yüzde protein miktarı} = \%N * 6.25$$

2.2.6. Susam Yağının Yağ Asitleri Tayini

Metodun Uygulanışı

Daha önce ekstrakte edilen yağdan 0.1 ± 0.01 g cam tüplere tartılmıştır.

3 ml hekzan eklenerek vorteks (Elektromag, M16) karıştırıcıda çalkalanmıştır.

100 µl 2 N metanollü KOH (Merck, Darmstadt, Almanya) çözeltisi eklenmiş ve vorteks karıştırıcı ile karıştırılmıştır.

5000 rpm hızında 5 dakika santrifuj (Gerber Santrifuj, Bilser, 3998, Türkiye) edilmiştir.

Üst fazdaki berrak kısımdan 3 ml'lik viallere (Agilent, ABD) alınmıştır.

GC'de aşağıdaki süre-sıcaklık programlamasının yapıldığı metotta okutulmuştur.

Yağ asitleri tanımlamaları bilinen standartla (Spelco 37 Component FAME Mix, Sigma, Aldrich, ABD) karşılaştırılarak % olarak bulunmuştur.

Enjeksiyon sıcaklığı 250°C olarak ayarlanmıştır. Fırın sıcaklık-süre programı şu şekildedir:

- 103°C de 1 dakika

- 103°C den 171°C ye kadar $6.5^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ olacak şekilde 10.5 dakika

- 171°C den 231°C ye kadar $5^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ olacak şekilde 12 dakika

- 231°C de 5 dakika ile işlem sonlandırılmıştır.

Analizler HP-88 (100 m x 0.25 mm) kolon takılı Gaz Kromatografisi (Agilent, 6890, ABD) cihazında yapılmıştır. Dedektör olarak alev iyonizasyon dedektörü (FID, Agilent, ABD) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 2 mL/dak. akış hızı ve 1/50 split oranında helyum gazı kullanılmıştır.

2.2.7. Uçucu Aromatik Bileşenlerin Tayini

Susam örnekleri analize alınana kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Uçucu aromatik bileşenlerin analizi, Krist et al. [98] belirttiği metot ile gerçekleştirilmiştir.

Metodun Uygulanışı

10 ml'lik vialler kül fırınında 300°C 'de bekletilip viallerdeki olası uçucu bileşenlerin uzaklaşması sağlanmıştır.

Vialler desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur.

2.5 g öğütülmüş örnek vial alınmıştır.

Isıtıcı 50°C'ye ayarlanmış ve vial ısıtıcı üzerinde 20 dakika bekletilmiştir.

Septa enjektör ucu ile delinip fiber (karboksen/PDMS kaplı) içine yerleştirilmiş ve 20 dakika daha bekletilmiştir.

Fiber GC-MS'e yerleştirilmiştir. Fiberlerle adsorbe edilen bileşikler splitsiz modda 50°C'de 20 dakika enjeksiyon portundan desorbe edilmiştir.

GC-MS'te aşağıdaki süre-sıcaklık programlamasının yapıldığı metotta okutulmuştur.

Aromatik bileşenler, Flavor2, HPCH 1607 ve WİLEY7n isimli kütüphaneler taranarak % olarak tanımlanmıştır.

Sıcaklık-süre programlaması:

-Fırın sıcaklığı ilk 10 dakika 40°C,

-95°C'ye kadar 3°C/dakika ve

-95°C'den 210°C'ye kadar ise 10°C/dakika olacak şekilde artırılmış ve sonuçta

-210°C'de 10 dakika analize devam edilmiştir.

Tanımlama Kütle Dedektörü (Agilent Technologies, Agilent, Avondale, USA) ile yapılmıştır. HP-5MS kolonu (60m x 0.250 mm; film kalınlığı 0.25 µm) takılı, GC-MS (Agilent 7890A GC system, Agilent, Avondale, USA) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 0,5 ml/dak akış hızında helyum gazı kullanılmıştır. Dedektör iyonizasyon voltajı 70 eV olarak sabitlenmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Tarımsal Bulgular

Çalışmamızda kullandığımız Aydın İncirliova, Bartın Ulus, Urfa Siverek, Konya Akören, Mersin Mut, Diyarbakır Çüngüş ve Konya Çumra olmak üzere yedi yerli susam çeşidi ile bir yabancı susam çeşidinin (Pakistan) on yedi ayrı parametrede elde ettiğimiz bulguları Tablo 3.1. ve Tablo 3.2.'te verilmiştir.

Bu verilere göre çimlenme testine tabi tutulan çeşitler ortalama 15 günde çimlenmişlerdir. Hasat olgunluğu Konya'da yetişen diğer çeşitlerle kıyaslanan susam örneklerinin, genel olarak bölgede yetişen susamlardan geç olgunlaştığı görülmüştür. Bitki boyları yaklaşık 54 cm ile 92 cm, kök boyları 11 cm ile 17 cm; ana dal 2-4, yan dal 2-5 adet; yaş ağırlık 459.26 g ile 1175.8 g; kuru ağırlık 89.8 g ile 222.9 g; arasında değişmiştir. Verim 38.20 kg/da ile 120.2 kg/da arasında değişmiştir ve en yüksek verime sahip çeşit Mersin-Mut olarak tespit edilmiştir. Bin tane ağırlığı 2.46 g ile 3.35 g arasında değişmiştir.

Susam bitkisinin ve susam kapsüllerinin detaylı fiziksel özellikleri aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Susam çeşitlerinin fiziksel özellikleri

Susam çeşitleri	Bitki	Kök	Anadal	Yandal	Yaş	Kuru	% Nem	Verim	Hasat
	boyu(cm)	boyu(cm)	(adet)	(adet)	ağırlık (g)	ağırlık (g)	kaybı	(kg/da)	indeksi
Aydın İncirliova	74,64	15,04	3,08	4,83	802,96	157,22	80,42	63.26	40,24
Bartın Ulus	58,66	15,00	1,22	4,33	1175,80	222,88	81,04	74.91	27,61
Urfa Siverek	86,03	12,46	3,79	3,33	515,44	102,96	80,03	50.51	49,06
Konya Akören	53,68	12,77	1,99	2,49	588,34	119,83	79,63	42.63	35,58
Mersin Mut	92,26	14,00	4,11	1,89	1018,41	222,93	78,11	120.22	44,76
Diyarbakır Çüngüş	56,33	10,99	3,33	3,05	468,90	89,84	80,84	38.20	42,52
Konya Çumra	75,28	17,16	3,70	5,12	459,26	95,04	79,31	48.11	50,62
Pakistan	69,52	13,97	2,33	4,58	817,24	165,52	79,75	64.26	38,82

Tablo 3.2. Susam çeşitlerinin kapsülleri ile ilgili bulgular ve 1000 dane ağırlığı

Susam çeşitleri	Kapsül (adet)	*Ağırlık (g)	**Tohum sayısı	Boy (mm)	En (mm)	Kalınlık (mm)	Hacim (mm ³)	1000dane ağırlığı(g)
Aydın İncirliova	119,50	1,16	50,41	33,70	6,24	4,77	1003,07	3,13
Bartın Ulus	101,00	1,84	58,22	33,30	6,46	5,45	1172,39	3,05
Urfa Siverek	87,59	1,09	44,79	32,80	6,29	4,24	874,76	3,29
Konya Akören	46,10	2,19	46,55	19,40	6,42	4,31	536,80	2,46
Mersin Mut	84,66	2,49	43,16	34,10	5,47	4,49	837,51	3,16
Diyarbakır Çüngüş	55,10	1,39	41,49	30,20	6,06	4,97	909,57	3,04
Konya Çumra	126,99	0,71	46,70	32,50	5,86	4,40	837,98	3,01
Pakistan	90,00	1,60	50,52	32,10	6,19	4,86	965,68	3,35

*Ağırlık: Tek kapsül ağırlığı (içindeki tohum boşaltıldıktan sonra)

**Tohum sayısı: Kapsülde tohum sayısı

3.2. Susam tohumunun yağ oranı

Tohumluk olarak temin edilen susam çeşitleri ile Konya koşullarında yetiştirildikten sonra elde edilen susam tohumlarının yüzde yağ oranları karşılaştırılmıştır. Mersin Mut çeşidi hariç tüm çeşitler arasında istatikselsel olarak anlamlı bir değişim ($p<0.05$) olmuştur. Diyarbakır Çüngüş çeşidinin yağ oranında artış olurken diğer tüm çeşitlerde azalma gözlenmiştir.

Çeşitlerden en yüksek yağ oranına %54.71 oranı ile Diyarbakır Çüngüş olurken en düşük yağ oranına sahip çeşit ise %49.21 ile Konya Akören olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.3. Çeşitlerin Konya'ya ekilmeden önceki ve ekildikten sonraki %yağ içerikleri

Susam çeşitleri	Önce	Sonra
Aydın İncirliova	59,00±0,83 ^a	54,41±0,14 ^b
Bartın Ulus	57,73±1,56 ^a	50,48±0,20 ^b
Urfa Siverek	59,81±0,22 ^a	51,84±0,04 ^b
Konya Akören	54,60±0,11 ^a	49,21±2,14 ^b
Mersin Mut	51,60±0,89 ^a	50,67±0,28 ^a
Diyarbakır Çüngüş	53,57±0,38 ^a	54,71±0,33 ^b
Konya Çumra	54,03±0,13 ^a	51,71±0,05 ^b
Pakistan	52,86±0,35 ^a	49,68±1,06 ^b

(Aynı satırdaki, aynı harfler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre yağ yüzdesi ortalamaları arasında fark olmadığını belirtmektedir, $p<0.05$)

Çeşitlerin tohum verimi ile yağ oranları beraber değerlendirilip dekardan alınan yağ verimi hesaplandığında 60.92 kg yağ/da ile Mersin-Mut'un en iyi çeşit olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.4. Çeşitlerin birim alandan alınan yağ verimi

Susam çeşitleri	Tohum verimi (kg susam/da)	Yağ oranı (% yağ)	Yağ verimi (kg yağ/da)
Aydın İncirliova	63.26	54.41	34.42
Bartın Ulus	74.91	50.48	37.81
Urfa Siverek	50.51	51.84	26.18
Konya Akören	42.63	49.21	20.98
Mersin Mut	120.22	50.67	60.92
Diyarbakır Çüngüş	38.20	54.71	20.90
Konya Çumra	48.11	51.73	24.89
Pakistan	64.26	49.68	31.92

3.3. Susam tohumunun protein oranı

Tohumluk olarak temin edilen susam çeşitleri ile Konya koşullarında yetiştirildikten sonra elde edilen susam tohumlarının yüzde protein oranları karşılaştırılmıştır. Tüm çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış ($p < 0.05$) gözlenmiştir.

En yüksek protein yüzdesine sahip çeşit %26.17 ile Konya Akören olurken en düşük protein yüzdesine sahip çeşit %21.88 ile Diyarbakır Çüngüş çeşidi olmuştur.

Tablo 3.5. Çeşitlerin Konya'ya ekilmeden önceki ve ekildikten sonraki %protein değerleri

Susam çeşitleri	Önce	Sonra
Aydın İncirliova	23.30±0.15 ^a	24.38±0.06 ^b
Bartın Ulus	24.46±0.63 ^a	25.85±0.21 ^b
Urfa Siverek	17.19±0.35 ^a	24.96±0.37 ^b
Konya Akören	20.93±0.15 ^a	26.17±0.34 ^b
Mersin Mut	22.65±0.14 ^a	25.36±0.29 ^b
Diyarbakır Çüngüş	20.82±0.18 ^a	21.88±0.18 ^b
Konya Çumra	22.72±0.21 ^a	25.41±0.32 ^b
Pakistan	22.53±0.03 ^a	24.54±0.06 ^b

(Aynı satırdaki, aynı harfler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre yağ yüzdesi ortalamaları arasında fark olmadığını belirtmektedir, p< 0.05)

3.4. Susam tohumunun uçucu aroma bileşenleri

Susam tohumlarında saptanan uçucu aroma bileşenleri Tablo 3.6.'da gösterilmektedir. Örneklerde hidrokarbon, alkol, asit gibi çeşitli sınıflardan bileşiklere rastlanmıştır.

Susam tohumlarında en fazla bulunan uçucu aroma bileşenlerinden biri %17.17-%38.0 arasındaki oranlarla metoksi-fenil oksim olarak tespit edilmiştir. Yerli susam çeşitlerinin hepsinde bulunmuştur.

Ham susam tohumlarının uçucu bileşenlerinin önemli bir kısmını hidrokarbonların oluşturduğu görülmüştür. Terpenler hidrokarbonların geniş bir sınıfıdır. Bütün çeşitlerde bulunan ve miktarı %12.80-40.16 arasında değişen delta-3-karen bisiklik monoterpendir. Aydın İncirliova'da %0,23 ve Urfa Siverek'te %0,42 oranında bulunan linalool asiklik monoterpendir. Aydın İncirliova'da %5.96, Bartın Ulus'da %0.45 oranında diğer bir hidrokarbon olan stiren bulunmaktadır.

1-Hekzanol, bütün çeşitlerde tespit edilmiş olup miktarı %13.15-%23.42 arasında değişmektedir. 2-Etil-1-hekzanol, Aydın İncirliova'da %0.17 oranında bulunmaktadır. 3,6-dimetoksi, Fluoren-9-ol, İncirliova'da %0.17, Bartın Ulus'ta %0.35 oranında tespit edilmiştir. Etanol 2-fenoksi, Konya Çumra'da %8.25 oranında bulunmaktadır. Benzoik asit, yerli susam tohumlarında %0.60-%8.36 arasında bulunmaktadır. Benzoik asitin dekarboksilasyonu ile oluşan benzen, %0,53-17,94 arasında değişmektedir.

N-metil-1,3-ditioizoindolin, bütün çeşitlerde %8.26-12.65 arasındaki oranlarda tespit edilmiştir. Diğer bileşenler Tablo 3.6.'da belirtilen oranlarda bulunmuştur.

Tablo 3.6. Susam tohumlarının uçucu arama bileşenleri (%)

Bileşenler	Aydın İncirliova	Bartın Ulus	Urfa Siverek	Konya Akören	Mersin Mut	Diyarbakır Çüngüş	Konya Çumra	Pakistan
Delta-3-karen	13,09	26,40	21,77	12,92	12,80	37,70	24,29	40,16
Stiren	5,96	0,45	-	-	-	-	-	-
1-Hekzanol	13,88	14,78	21,31	23,42	18,90	19,67	15,50	13,15
1,3-dikloro benzen	10,09	0,53	10,68	17,94	7,76	5,64	7,55	8,95
2-Etil-1-hekzanol	0,17	-	-	-	-	-	-	-
N-methyl-1,3- Ditioizoindolin	11,22	11,01	10,43	11,73	12,65	8,26	9,24	8,70
Benzoik asit	6,84	7,12	7,20	8,36	7,62	4,92	0,60	-
Linalool	0,23	-	0,42	-	-	-	-	-
Fluoren-9-ol	0,17	0,35	-	-	-	-	-	-
Nonanol	0,36	0,28	-	0,68	0,43	6,18	-	-
Metoksi-fenil oksim	38,0	38,74	27,62	24,97	39,48	17,17	20,97	-

Tablo 3.6. Susam tohumlarınınuucu arama bileşenleri (%) (devamı)

Bileşenler	Aydın İncirliova	Bartın Ulus	Urfa Siverek	Konya Akören	Mersin Mut	Diyarbakır Çüngüş	Konya Çumra	Pakistan
Benzaldehit	-	-	0,56	-	-	-	-	28,74
3-Hidroksi mandelik asit	-	-	-	-	0,36	0,22	-	0,29
4-Difenil pirazol	-	-	-	-	-	-	13,16	-
8-Dimetil-1,3,7-nonatrien	-	0,33	-	-	-	-	-	-
Alfa-terpinen	-	-	-	-	-	0,24	-	-
2-Fenoksi-etanol	-	-	-	-	-	-	8,25	-

(-): Tespit edilememiştir.

3.5. Susam yağının yağ asitleri kompozisyonu

Tablo 3.7. Çeşitlerin Konya-Çumra'ya ekilmeden önceki yağ asitleri kompozisyonu

	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0
Aydın İncirliova	9,48±0,35	0,12±0,01	5,46±0,04	39,25±0,08	44,47±0,34	0,59±0,02	0,34±0,02	0,19±0,01	-
Bartın Ulus	9,53±0,40	0,12±0,01	5,47±0,01	39,47±0,09	44,22±0,54	0,59±0,02	0,35±0,02	0,18±0,00	0,13±0,00
Urfa Siverek	9,79±0,00	0,11±0,00	5,39±0,00	41,76±0,01	42,70±0,01	0,59±0,00	0,34±0,00	0,20±0,01	0,12±0,06
Konya Akören	9,18±0,01	0,11±0,00	5,68±0,00	42,49±0,03	41,28±0,02	0,59±0,00	0,41±0,00	0,19±0,00	0,06±0,00
Mersin Mut	9,14±0,01	0,13±0,00	5,33±0,00	43,38±0,01	40,92±0,01	0,59±0,00	0,34±0,00	0,19±0,00	-
Diyarbakır Çüngüş	9,02±0,00	0,11±0,00	5,86±0,00	40,42±0,00	43,29±0,00	0,59±0,00	0,36±0,00	0,18±0,00	0,13±0,00
Konya Çumra	9,06±0,01	0,11±0,00	6,02±0,00	41,78±0,00	41,67±0,00	0,59±0,00	0,41±0,00	0,19±0,00	0,12±0,00
Pakistan	10,28±0,00	0,13±0,00	4,75±0,00	38,72±0,00	44,94±0,00	0,59±0,00	0,31±0,00	0,18±0,00	0,12±0,00

(-): Tespit edilememiştir.

Tablo 3.8. Çeşitlerin Konya-Çumra'ya ekildikten sonraki yağ asitleri kompozisyonu

	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1
Aydın İncirliova	8,85±0,01	0,10±0,00	6,04±0,00	43,39±0,00	40,47±0,01	0,62±0,00	0,34±0,00	0,18±0,00
Bartın Ulus	8,48±0,00	0,09±0,00	6,32±0,00	45,57±0,00	38,33±0,00	0,66±0,00	0,36±0,00	0,19±0,00
Urfa Siverek	8,62±0,01	0,10±0,00	6,25±0,01	46,28±0,01	37,56±0,01	0,66±0,00	0,34±0,00	0,19±0,00
Konya Akören	9,17±0,35	0,11±0,00	6,12±0,05	45,45±0,20	37,89±0,16	0,65±0,01	0,48±0,01	0,19±0,00
Mersin Mut	8,56±0,01	-	6,07±0,00	46,87±0,03	37,30±0,03	0,62±0,00	0,39±0,00	0,20±0,00
Diyarbakır Çüngüş	8,74±0,00	0,10±0,00	5,92±0,01	41,39±0,02	42,71±0,03	0,61±0,01	0,44±0,09	0,18±0,00
Konya Çumra	8,97±0,29	0,10±0,01	6,27±0,03	45,46±0,08	37,99±0,20	0,62±0,02	0,40±0,02	0,19±0,00
Pakistan	8,89±0,36	0,10±0,01	5,87±0,12	42,30±1,70	41,71±2,11	0,63±0,02	0,34±0,08	0,18±0,00

(-): Tespit edilememiştir.

Konya'ya ekilmeden önce bütün çeşitlerde palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), stearik asit (C18:0), oleik asit (18:1), linoleik asit (C18:2), linolenik asit (C18:3), araşidik asit (C20:0), eikosenoik asit (C20:1) ve behenik asit (C22:0)'ten oluşan yağ asitleri Tablo 3.7.'de belirtilen oranlarda tespit edilmiştir.

Konya'ya ekildikten sonra bütün çeşitlerde behenik asit dışında daha önceden tespit edilen tüm yağ asitleri Tablo 3.8.'de belirtilen oranlarda bulunmuştur.

Tablo 3.9. Majör doymuş yağ asitlerinin değişimi

	Palmitik asit		Stearik asit	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra
Aydın İncirliova	9,48±0,35 ^a	8,85±0,01 ^b	5,46±0,04 ^a	6,04±0,00 ^b
Bartın Ulus	9,53±0,40 ^a	8,48±0,00 ^b	5,47±0,01 ^a	6,32±0,00 ^b
Urfa Siverek	9,79±0,00 ^a	8,62±0,01 ^b	5,39±0,00 ^a	6,25±0,01 ^b
Konya Akören	9,18±0,01 ^a	9,17±0,35 ^b	5,68±0,00 ^a	6,12±0,05 ^b
Mersin Mut	9,14±0,01 ^a	8,56±0,01 ^b	5,33±0,00 ^a	6,07±0,00 ^b
Diyarbakır Çüngüş	9,02±0,00 ^a	8,74±0,00 ^b	5,86±0,00 ^a	5,92±0,01 ^b
Konya Çumra	9,06±0,01 ^a	8,97±0,29 ^b	6,02±0,00 ^a	6,27±0,00 ^b
Pakistan	10,28±0,00 ^a	8,89±0,36 ^b	4,75±0,00 ^a	5,87±0,02 ^b

(Palmitik asit ve stearik asit için ayrı ayrı olmak üzere aynı satırdaki, aynı harfler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre yağ asiti yüzdesi ortalamaları arasında fark olmadığını belirtmektedir, $p < 0.05$)

Tüm çeşitlerin palmitik asit oranı istatistiksel olarak anlamlı miktarda azalırken stearik asit oranı artmıştır ($p < 0.05$).

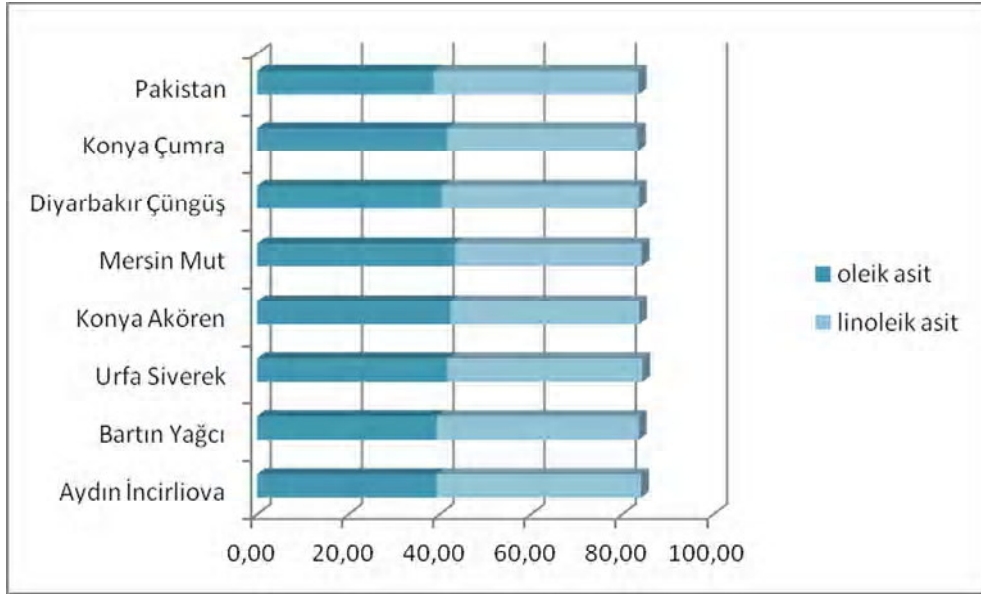
Tablo 3.10. Majör doymamış yağ asitlerinin değişimi

	Oleik asit		Linoleik asit	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra
Aydın İncirliova	39,25±0,08 ^a	43,39±0,00 ^b	44,47±0,34 ^a	40,47±0,01 ^b
Bartın Ulus	39,47±0,09 ^a	45,57±0,00 ^b	44,22±0,54 ^a	38,33±0,00 ^b
Urfa Siverek	41,76±0,00 ^a	46,28±0,01 ^b	42,70±0,01 ^a	37,56±0,01 ^b
Konya Akören	42,49±0,03 ^a	45,45±0,20 ^b	41,28±0,02 ^a	37,89±0,16 ^b
Mersin Mut	43,38±0,01 ^a	46,87±0,03 ^b	40,92±0,01 ^a	37,30±0,03 ^b
Diyarbakır Çüngüş	40,42±0,00 ^a	41,39±0,02 ^b	43,29±0,00 ^a	42,71±0,03 ^b
Konya Çumra	41,78±0,00 ^a	45,46±0,04 ^b	41,67±0,00 ^a	37,99±0,04 ^b
Pakistan	38,72±0,00 ^a	42,30±0,01 ^b	44,94±0,00 ^a	41,71±0,02 ^b

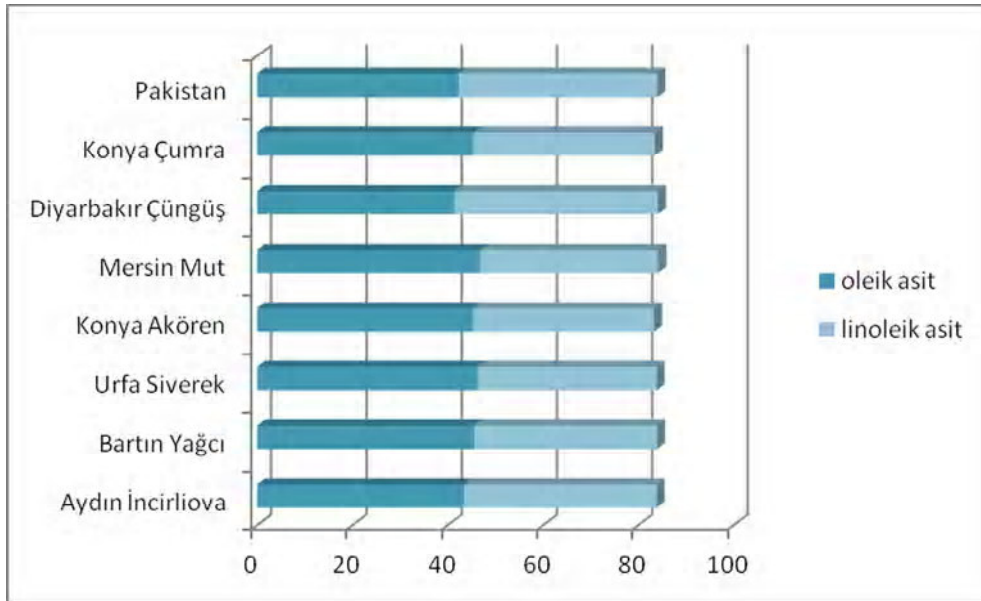
(Oleik asit ve linoleik asit için ayrı ayrı olmak üzere aynı satırdaki, aynı harfler Tukey çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre yağ asiti yüzdesi ortalamaları arasında fark olmadığını belirtmektedir, $p < 0.05$)

Tüm çeşitlerin oleik asit oranı istatistiksel olarak anlamlı miktarda artarken linoleik miktarı artmıştır ($p < 0.05$).

Susam yağında bulunan oleik asit ve linoleik asitlerin toplamı, tüm çeşitlerde yaklaşık %83 olarak bulunmuştur. Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi her birinde bu yağ asitlerinden biri azaldıkça diğeri artmış ve toplam değer korunmuştur.



Şekil 3.1. Çeşitlerin Konya'ya ekilmeden önceki oleik ve linoleik asit oranlarının toplamı



Şekil 3.2. Çeşitlerin Konya'ya ekildikten sonraki oleik ve linoleik asit oranlarının toplamı

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma ve Sonuç

Dünyada ve ülkemizde susamla ilgili tarımsal, kimyasal, fizikokimyasal ve genetik parametreleri esas alan birçok araştırma ve tez çalışması yapılmıştır. Susam tarımı ile ilgili olarak Nijerya, Hindistan, Çin, Etiyopya, Mısır, Kongo ve Amerika'da -susam tarımının yapıldığı Teksas eyaletinde-; ülkemizde ise Kilis [23], Muğla [19], Antalya [20], Maraş [31], Urfa [22]'da genel olarak bölgede üretilen susam tohumları veya tescilli tohumlarla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Konya bölgesi geniş tarım alanlarıyla ülkemizin önemli üretim merkezlerinden biri olmasının yanında susama dayalı tarımsal sanayinin geliştiği merkezlerden de biridir. Çalışmamızda Aydın, Bartın, Urfa, Mersin, Diyarbakır'dan getirilen ve Konya'dan temin edilen iki ayrı çeşitle beraber toplam yedi yerli susam çeşidi ve bir yabancı (Pakistan) çeşitle çalışılmıştır. Bu çeşitler, Dünyadan ve ülkemizin değişik yerlerinden getirilen yüz çeşit susamdan yapılan ön denemelerle yağ oranı en yüksek bulunanlar arasından seçilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız susamların çeşitli özellikleri hasattan önce ve sonra, on yedi ayrı parametre ile detaylı bir biçimde ortaya konmuştur. Bu parametreler, daha önceki çalışmalarda rastlamadığımız kapsüllerin üç boyutunun mm cinsinden belirlenmesi ve hasat indeksi gibi ölçümleri de kapsamaktadır.

Çalışmamızda kullandığımız çeşitlerin -Diyarbakır Çüngüş çeşidi hariç- susam verimi (kg/da), Konya'nın son 10 yıl susam verimi ortalaması olan 41.6 kg/da [33]'dan büyüktür. Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi Mersin Mut çeşidi dekara 120.22 kg verimle ortalamanın üç katına çıkmıştır. Susamın yüzde yağ değeri ile tohum verimi birlikte düşünüldüğünde en verimli çeşidin 60.92 kg yağ/da ile Mersin Mut çeşidi olduğu görülmüştür.

Toplam yağ analizi sonuçlarına göre Diyarbakır Çüngüş ve Mersin Mut çeşitleri dışında kalan diğer 6 çeşidin yağ oranları istatistiksel olarak anlamlı miktarda düşmüştür. Diyarbakır Çüngüş çeşidinin yağ oranı anlamlı miktarda artmış, Mersin Mut çeşidinin oranında ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Bu sonuçlar Mersin Mut çeşidinin Mersin’de ya da Konya’da yetişmesinin yağ oranı açısından bir fark meydana getirmeyeceğini, çeşidin bölgede yüksek yağ oranı ve tohum verimi (120.22 kg/da) ile üretilbileceğini göstermektedir.

Konya-Çumra çeşidindeki düşüş yıllar arasında meydana gelen güneşli ve yağışlı gün ile gün içerisindeki güneşli saat süresi farkından meydana gelmiş olabilir.

Daha önce yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Aynı çeşitlerde, aynı ekolojik koşullarda yetiştirilmelerine rağmen yıldan yıla farklı yağ oranları gözlenmiştir. Baydar [1], çalışmasında kullandığı hat ve çeşitleri 2000 ve 2002 yıllarında ekip tohum verimi, yağ oranı ve ham yağ verimi açılarından kıyaslamıştır. 2002 yılı ortalamalarının 2000 yılı ortalamalarına göre düşüş gösterdiği görülmüştür. Susam hat ve çeşitlerinde yağ oranı 2000 yılında %49.9-56.4 ve 2002 yılında %43.2-48.3 arasında değişmiş, bu duruma 2002 yılında ekimin geç yapılmasının neden olduğu belirtilmiştir.

Were et al. [44] tarafından 3 yıl boyunca susam tohumlarını yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir. Bu süreçte çeşitlerin yağ içeriği yıllara göre önemli oranda değişmiştir. Bu değişiklikler çevresel koşullardan yağış miktarı, gün içerisinde güneşli saat süresi ile ilişkilendirilmiştir.

Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonları bakımından türe özgü karakteristik farklılıklar bulunmaktadır, bununla beraber her bir yağ bitkisinin kendine özgü yağ asitleri kompozisyonu sabit değildir ve çeşitli içsel ve dışsal faktörlerin etkisi ile sürekli bir değişime açıktır [43].

Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit oranı bütün çeşitlerde istatistiksel olarak önemli miktarda düşmüş, stearik asit miktarı ise artmıştır. Türler sabit kaldığı halde benzer

değişimler daha önce yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir. Bu durum literatürde geç ekim zamanı [1] ve sıcaklık artışı [52] gibi dışsal faktörlerin etkisi ile açıklanmıştır.

Oleik ve linoleik asitlerin oranı biri azalırken diğeri artacak şekilde değişmektedir [43]. Konya'ya ekilmeden önceki susam örnekleri ile ekildikten sonra elde edilen susam örneklerinin oleik ve linoleik asitlerin toplamı Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.'te görüldüğü gibi yaklaşık %83 olarak bulunmuştur ve literatüre uygun olarak iki yağ asidinden biri artarken diğeri azalmış ve toplam değer korunmuştur.

Yağlar oleik ve linoleik tip olarak sınıflandırıldığında susam yağının yağ asitlerinin dengeli bir dağılıma sahip olduğu görülür. Bununla birlikte susam yağını çeşide göre bu sınıflardan birine koymak mümkündür. Çalışmamızda kullandığımız yerli çeşitlerin tamamının oleik asit içeriği Konya'da yetiştirildikten sonra istatistiksel olarak önemli derecede artış göstermiştir. Bununla beraber linoleik asit oranı istatistiksel olarak önemli derecede azalmıştır.

Yağ oranı ile protein oranı arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır [12]. Çalışmamızda kullandığımız çeşitlerin tamamının protein oranları artmıştır. Yağ oranlarının -iki çeşit hariç- düşüp protein oranlarının artması bulgularımızın literatür bilgileri ile uyum içinde olduğunu göstermektedir.

Tahin, helva, şekerleme ve unlu mamullerde değerlendirilmek üzere yüksek protein içeriği ve proteinde yüksek lizin içeriğine sahip çeşitlere ihtiyaç bulunmaktadır [1]. Bu sebeple yağ oranı yüksek olan çeşitleri belirlemek kadar protein oranı yüksek, kaliteli çeşitleri belirlemek de önemlidir.

Susam proteinleri, valin, -sülfür içeren- metiyonin ve triptofan gibi aminoasitler yönünden yeterlidir ve metiyonin içeriği, susamı diğer yağlı tohumlardan ayıran bir özelliktir [60].

Yağı alındıktan sonra arta kalan susam küspesi de %50'lik protein içeriği ile fonksiyonel gıda bileşeni ve besin takviyesi olarak iyi bir protein kaynağıdır. Susam proteinin konsantratu ve izolatu, içeceklerde ve ekmekte besin takviyesi olarak kullanılabilir.

[61]. Yapılan çalışmalarda susam izolatu, soya izolatları ile karşılaştırılmış ve emülsiyon yapma özelliğinin soya izolatından daha iyi olduğunu belirtilmiştir. Tüketicilere yaptırılan duyusal testler, ürünün soya izolatu ile yapılanlara tercih edildiğini göstermiştir [58, 59, 60]. Ayrıca susam proteinlerinin konsantratu ve izolatu eklenerek pişirilen ekmeklerde (konsantrat ve izolat eklenerek elde edilen ekmekte protein oranı sırası ile %16.2, %18.4) esansiyel aminoasitlerden olan valin, lizin ve lösin miktarında artış gözlenmiştir. Özellikle lizin artışı kontrol örneğine kıyasla %80-125 arasında bulunmuştur. Kükürtlü aminoasitlerin miktarı da artmıştır [62].

Susamda yüksek protein oranı; tahin, tahin helvası, unlu ve şekerli mamüllerde besin kalitesini artıran bir faktördür ve ayrıca konsantrat ve izolatu -soyaya alternatif olarak gıdaların formülasyonlarında kullanılabilir niteliktedir. Çalışmamızda kullandığımız çeşitlerden Bartın-Ulus çeşidi %24.46 protein oranı ile protein içeriği açısından en iyi çeşit olarak belirlenmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalar ham susamın uçucu bileşenlerinden çok, kavrulmuş susamın ve özellikle kavrulmuş susamdan elde edilen susam yağının uçucu aromatik bileşenleri ve diğer lezzet bileşenlerini konu almıştır. Schieberle [74] kavrulmuş susam tohumu ile; Shimoda et al. [99], Shimoda et al. [76], Agyemang et al. [78], Lee et al. [80], Xu-Yan [73], Zhao et al. [72], kavrulmuş susamdan elde edilen susam yağı ile; Haiyan et al. [57] ve Hai et al. [100] piyasadan satın aldıkları susam yağı ile; Shahidi [79] ve Sumainah et al. [101] tahin ile çalışmışlardır. Çalışmamızda literatürden farklı olarak ısı işlem görmemiş - yalnızca öğütülerek kabuğu kırılmış- ham susam tohumları kullanılmıştır.

Literatür taramasında uçucu bileşenlerin, uçucu aromatik bileşenlerin ve lezzet bileşenlerinin tayininde değişik ekstraksiyon ve analiz yöntemlerinin uygulandığı görülmüştür. Bu yöntemler arasında solvent yardımcı lezzet evaporasyonu (SAFE) [78], çok yönlü buhar destilasyon ekstraksiyonu (SDE) [77] ve katı faz mikro ekstraksiyonu (SPME) [57, 80, 81] sayılabilir.

Analitler, SPME (katı faz mikro ekstraksiyonu) ile kompleks matrislerinden solvent kullanmadan ayrılabilir. Hızlı, hassas ve ucuz olan bu ekstraksiyon metodu örnek

hazırlamayı kolaylaştırmaktadır. SPME/GC tekniği gıda, çevre ve farmasötik araştırmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır [81]. Çalışmamızda uçucu bileşenler bu yöntemle ayrılmıştır.

SPME yönteminin etkinliğini belirleyen en önemli faktör fiberi kaplayan materyalin tipi ve kalınlığıdır. PDMS/DVB (polidimetilsiloksan/divinilbenzen) tipi lifler terpenler gibi önemli uçucu bileşiklerin tutulmasında kullanılmaktadır [102]. PDMS, poliakririt, PDMS/DVB, karbovaks/DVB, DVB/karboksen/PDMS gibi değişik kaplamalara sahip, birçok çeşit SPME fiberlerine ulaşmak mümkündür [81]. Çalışmamızda karboksen/PDMS kaplamalarına sahip fiber kullanılmıştır.

Aromatik bileşenlerin tespiti için Yüksek Çözünürlüklü Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (HRGC-MS) [74]; Gaz Kromatografisi (GC) [80]; Elektronik Burun (EN) [100] ve Gaz Kromatografisi/Olfaktometri [77] kullanıldığı görülmüştür. GC-MS tekniği, aroma bileşenlerinin çoğunun uçucu özellik göstermesi ve türevlendirmeye gerek duyulmaması nedeniyle uygulanabilecek en iyi yöntemdir [103]. Son yıllarda yapılan çalışmalarda GC-MS [57, 78] kullanılmıştır. Çalışmamızda da uçucu aromatik bileşenler GS-MS ile tespit edilmiştir.

Soğuk presle ham susamdan elde edilen susam yağı, kavrulmuş susamdan elde edilen yağdan daha az lezzet bışenine sahiptir [78]. Kavurma işlemi sırasında indirgen şekerlerle metionin ve sistein gibi sülfür içeren aminoasitler reaksiyona girmekte (Maillard reaksiyonu) ve önce alfa dikarbonil bileşenleri oluşmakta ve bu bileşenlerle de tekrar ortamda kalan aminoasitler reaksiyona girerek pirazinleri oluşturmaktadır. Aynı şekilde Maillard reaksiyonu ile oluşan hidroksiketonlar, hidrojen sülfid ve azotlu bileşenlerle reaksiyona girerek tiazolinleri oluşturmaktadırlar (Stecker degradation). Haiyan et al. [57], çalışmalarında kullandıkları susam yağında, pirazinler ve furanların olmamasını kavurma işleminin minimal koşullarda yapılmış olmasına bağlamışlardır. Shimoda et al. [76], hafif kavrulmuş susamdan elde edilen yağda monoalkil pirazinlerin bulunduğunu, yoğun kavrulmuş susamdan elde edilen yağda ise monoalkil pirazinlerin azalıp di- ve trialkil pirazinlerin arttığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda ham susam tohumlarını kullandığımız için pirazinlere ve tiazolinlere rastlanmamıştır.

Mastelic et al. [104], bitkinin olgunlaşmasıyla alfa ve gama terpinen azaldığını ve alkol, aldehit ve ester grubu içeren bileşenlerin arttığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda tüm susam çeşitleri Mayıs ortasında ekilip, Ağustos sonu-Eylül ortasında hasat edilmiş olup farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilmemiştir ve Diyarbakır Çüngüş (%0.24 oranında alfa terpinen) örneği hariç hiçbir çeşitte alfa ve gama terpinene rastlanmamıştır.

Susam tohumunda fazla oranda tespit ettiğimiz bileşenlerden biri bisiklik monoterpen olan delta-3-karendir. Brezilya'da yetişen *Myracrodruon urundeuva* bitkisinin yapraklarından elde edilen yağda %78.8 oranında delta-3-karen tespit edilmiş ve bitkinin antimikrobiyal etkisi bu bileşenle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca Brezilya'da yetişen Maranhão (%78.1) ve Tocantins (%56.3) bitkilerinin de major uçucu bileşeni delta-3-karendir [105]. Yapılan bazı çalışmalar delta-3-karenin solunum sistemi dokularına ve hücrelerine zarar verdiğini rapor etmiştir [106, 107, 108]. Reçinemsiz ve tatlı bir tada sahiptir [109]. Kullandığımız bütün çeşitlerde %12.80-40.16 arasında değişen oranlarda delta-3-karen tespit edilmiştir.

Delta-3-karenden başka bir asiklik monoterpen olan linalool, yalnızca Aydın İncirliova (%0,23) ve Urfa Siverek'te (%0,42) çeşitlerinde rastlanmıştır. Linalool turuncgillerin baskın bileşenlerinden biridir ve antibakteriyel ve yatıştırıcı etkisi bulunmaktadır [110]. İlave olarak Aydın İncirliova'da %5.96, Bartın Ulus'ta %0.45 oranında diğer bir hidrokarbon olan stiren bulunmaktadır.

Aromatik karboksilik asit olan benzoik asit, birçok organik maddenin prekursorüdür. Süt ve süt ürünlerinde koruyucu madde olarak kullanılmaktadır [111]. Ancak benzoik asitin, antimikrobiyal etkisinin mekanizması henüz tam olarak anlaşılmamıştır [112]. Benzen, benzoik asitin dekarboksilasyonu ile meydana gelmektedir [113]. Benzoik asit yerli susamların hepsinde, benzen ise tüm susam çeşitlerinde tespit edilmiştir.

Hekzanol linoleik asitin altı karbonlu alkolü olup miktarındaki alkol dehidrogenaz enziminin aktivitesine bağlı olarak değişmektedir [114]. Meyvemsi bir tada sahiptir ve muz-benzeri yumuşak bir his oluşturur [115]. 1-Hekzanol bütün çeşitlerde, 2-etil-1 hekzanol Aydın-İncirliova'da tespit edilmiştir.

Oksimler aldehit ve ketonların hidroksilaminle reaksiyonları sonunda oluşan, yapısında karbon-azot çifte bağı taşıyan bileşiklerdir. Oksim ismi, oksimiminin kısaltmasıdır. Oksimler kararlı bileşiklerdir, ancak uzun süreli ısı ve ışık etkisiyle bozularak ana karbonil bileşiği ve azotlu organik bileşiklerin karışımına ayrışır. Tatlandırıcı yapımında kullanılırlar [116]. Aromatik heterosiklik bileşen olan metoksi-fenil-oksime, literatür taramasında en fazla bambu filizinde (*Phyllostachys pubescens*) (%28.99-32.79) rastlanmıştır. Taze yeşil aroma verdiği belirtilmiştir [117]. Bütün yerli çeşitlerde tespit edilmiştir.

Aromatik bileşen olan benzaldehit, yaygın olarak bitkilerde bulunur. %22.6-63.27 arasında bir oranla en çok bulunduğu gıdalardan biri acıbadem yağıdır [118]. Urfa Siverek çeşidinde %0.56, Pakistan çeşidinde %28.74 oranlarında benzaldehit tespit edilmiştir.

Literatür taramasında en çok nonanol miktarına %51.7 ile *Capillipedium parviflorum* bitkisinin yağında rastlanmıştır. Şeftali, ananas gibi hoş kokular veren nonanolün, parfüm endüstrisinde yoğun olarak kullanıldığı belirtilmiştir [119]. Çalışmamızda Urfa-Siverek ve Konya-Çumra çeşitleri hariç tüm yerli çeşitlerde değişik oranlarda tespit edilmiştir.

Heterosiklik bir bileşen olan pirazol, beta-dikarbonil bileşenlerden meydana gelmektedir [120]. Çeşitlerden sadece Konya-Çumra'da %13.6 oranında bulunmuştur.

N-metil-1,3-ditioizindoline, kahverengi bir alg olan *Cytosoria compressa*'nın esas bileşenlerinden biri olarak tanımlanmakta ve %6.99 oranında bulunmaktadır [121]. Bütün çeşitlerde %8.26-12.65 arasındaki oranlarda tespit edilmiştir.

Bazı uçucu bileşenler bütün çeşitlerde yakın oranlarda dağılım gösterirken bazıları bir çeşitte baskın olup diğer çeşitlerde ya az miktarda tespit edilmiş ya da hiç tespit edilememiştir. Bu bileşenler stiren (Aydın-İncirliova'da %5.96), nonanol (Diyarbakır-Çüngüş'te %6.18), benzaldehit (Pakistan'da %28.74), 4-difenilpirazol (Konya-Çumra'da %13.36)'dan oluşmaktadır.

Uçucu bileşiklerin yağdaki algılanma derecesi genellikle onların konsantrasyonu ile ilgilidir. Ancak, uçucu bileşiklerden yüksek konsantrasyonda olanlar her zaman aromaya asıl katkı yapan bileşenler değildir. Çünkü uçuculuk, hidrofobik özellik, boyut, şekil, molekülün yapısı, tipi ve fonksiyonel grubun pozisyonu gibi kimyasal faktörlerin aromaya olan etkisi konsantrasyondan daha fazla olabilmektedir [70]. 2-etil-1-hekzanol, linalool, fluoren-9-ol, 3-hidroksi mandelik asit, 8-dimetil-1,3,7-nonatrien, alfa-terpinen Tablo 3.6.'da belirtilen, çeşitlerde %1'in altında bulunan uçucu bileşenlerdir.

Tüm çeşitlerde ortalama %0.15'in üzerinde toplam 18 ayrı uçucu bileşen tespit edilmiştir. Oysa daha önce yapılan çalışmalarda daha fazla uçucu bileşen tespit edildiği görülmüştür. Schieberle [74], kavrulmuş susam tohumunda 39 bileşen saptan, susam yağı ile yapılan çalışmalarda bundan daha fazla uçucu bileşen saptandığı görülmektedir. Namiki [17], yaptığı derlemede kavrulmuş susamda 400'den fazla lezzet bileşeni olduğunu belirtmiştir. Kavurma işlemi sırasında meydana gelen Maillard reaksiyonu ile 900'den fazla uçucu bileşen oluştuğu belirtilmektedir [71]. Bunların önemli bir kısmını pirazinler ve tiazolinler oluşturmaktadır [78]. Çalışmamızda ısıl işlem uygulamaksızın ham susam tohumlarını kullandığımız için kavrulmuş susam tohumlarının, susam yağının ve tahinin analizlerinden elde edilen uçucu bileşenlere rastlanmamıştır.

4.2. Öneriler

1) Susam ıslah çalışmaları ile kaliteli ve verimli yeni çeşitler geliştirilebilir. Her bölge için uygun çeşit geliştirme çalışmaları artırılabilir. Bu çalışmalarda genetik kaynak olarak yerel çeşitlerden faydalanılabilir. Birçok gelişmiş ülke ve uluslararası büyük tohum şirketleri, yerel tohum kaynaklarını toplayarak tohum bankaları oluşturmaktadır.

2) Uygun ıslah teknikleri kullanarak olgunlaşınca çatlamayan, makinalı tarıma elverişli çeşitler geliştirilebilir. Makinalı tarıma geçilmesi ile ülkemizde susam üretimi artacak, susam ithaline gerek kalmayacaktır. Üretimin artmasıyla susam yağı, yemeklik yağ olarak da kullanılabilir.

3) Kavurma işlemi ile birçok lezzet bileşeni meydana gelmektedir. Susamın yağ ekstraksiyonundan önce kavrulması ile aromatik özelliği geliştirilebilir.

- 4) Susam lignanları izole edilip yemeklik yaşlarda ve gıda endüstrisinde doğal antioksidan olarak kullanılabilir.
- 5) Susam yağı -oranı belirtilerek- diğer bitkisel yaşlara karıştırılıp tüketime sunulabilir. Böylece bitkisel yaşların oksidatif stabilitesi doğal olarak arttırılabilir.
- 6) Susam küspesinin %50'si proteinden meydana gelmektedir. Susam küspesinden elde edilen protein izolatu, -soyaya alternatif olarak- insan ve hayvan gıdalarını zenginleştirmede kullanılabilir.
- 7) Susam ve susam yağı, unlu mamüllerde aroma zenginleştirmek için kullanıldığı gibi susam yağı et ürünlerinin formülasyonlarında lezzet zenginleştirmek için diğer yaşlar yerine kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Baydar, H., 2005. Susamda (*Sesamum indicum* L.) verim, yağ, oleik ve linoleik tipi hatların tarımsal ve teknolojik özellikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18: 267-272.
2. Hwang, L.S., 2005. Sesame oil, pp 537-676. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products. (Eds F. Shahidi), John Wiley & Sons Inc., New York.
3. Elleuch, M., Bedigian, D., Zitoun A., 2011. Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seeds in food, nutrition, and health, pp 1029-1036. In: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention (Eds. V.R. Preedy, R.R. Watson, V.B. Patel), Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
4. Abou-Gharbia, H.A., Shehata, A.A.Y., Shahidi F., 2000. Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. **Food Research International**, **33**: 331-340.
5. Namiki, M., 1990. Antioxidants/antimutagens in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **29**: 273-300.
6. Oplinger, E.S., Putnam, D.H., Kaminski, A.R., Hanson, C.V., Oelke, E.A., Schulte, E.E., Doll, J.D., 1990. Alternative Field Crops Manuel. (<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sesame.html>), (Erişim tarihi: Haziran 2012)
7. Tan, A.Ş., 2007. Susam Tarımı. Çiftçi Broşürü 135. Tarım Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. (www.etae.gov.tr/pdf/yayin-ek/ciftci-bro/135-ciftcibro.pdf), (Erişim tarihi: Ocak, 2012).
8. Özcan, M., 1993. Susam, Susam Yağı ve Tahinde Fiziksel-Kimyasal Analizler ve Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 51 s.

9. Koca, H., 2007. Tuz Stresinin Farklı Susam Çeşitlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 148s.
10. Day, J.S., 2000. Development and maturation of sesame seeds and capsules. **Field Crops Research**, **67**: 1-9.
11. FAO, 2012. (<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>), (Erişim tarihi: Eylül, 2012).
12. Baydar, H., Marquard, R., Turgut I., 1999. Pure line selection for improved yield, oil content and different fatty acid composition of sesame, *Sesamum indicum*. **Plant Breeding**, **118**: 462-464.
13. Taşkın, K. M., 1997. Susam (*Sesamum indicum* L.) Bitkisinin in vitro Rejenerasyonu ve *Agrobacterium tumefaciens* Aracılığı ile Genetik Transformasyonu. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 58 s.
14. Baydar, H., Turgut, İ., 2000. Susam (*Sesamum indicum* L.) genetiği ve ıslahı üzerinde araştırmaları. Bitki tipini belirleyen özelliklerin kalıtımı. **Turkish Journal of Biology**, **24**: 503-512.
15. Uzun, B., 2002. Susamda Kapalı Kapsüllülük Mutant Karakterine Bağlı Moleküler Merlerin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Antalya, 109 s.
16. Agosa E.T., 2011. Physical and Physiological Characteristics' of Seed of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties Grown in Nigeria. University Of Agriculture, Department Of Plant Breeding And Seed Technology College Of Plant Science And Crop Production, Master Thesis, Abeokuta, 32 p.

17. Namiki, M., 2007. Nutraceutical functions of sesame: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **47**: 651-673.
18. Uğurluay, S., 2002. Susam (*Sesamum indicum* L.) Bitkisinin Hasat Mekanizasyonu Olanaklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 51 s.
19. Bulama, Ş., 2008. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Susam (*Sesamum indicum* L.) Bitkisi Üzerinde Verime Etkisi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 99 s.
20. Şaman, O., 2011. İkinci Ürün Susamda Farklı Bitki Sıklıklarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 71 s.
21. Tunde-Akintunde, T.Y., Akintunde, B.O., 2004. Some physical properties of sesame seed. **Biosystems Engineering**, **88**: 127-129.
22. Çıkman, A., 2008. Harran Ovasında Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının İkinci Ürün Susam Verimine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 82 s.
23. Cürat, D., 2010. Kilis Yöresinde Yetiştirilen Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Popülasyonlarının Biyolojik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kilis, 47 s.
24. Ulukütük, E., 2011. Kilis Yöresinden Toplanan Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Popülasyonlarının Verim ve Kalite Parametrelerinin Karşılaştırılması. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kilis, 48 s.

25. Baydar, H., 1997. Türkiye Susam (*Sesamum indicum* L.) Populasyonlarında Bazı Özelliklerin Varyasyonu Ve Verim İle Kalite Tipi Hat Geliştirme Olanakları. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Antalya, 110s.
26. Baydar, H., Turgut, İ., Turgut, K., 1999. Variation of certain characters and line selection for yield, oil, oleic and linoleic acids in the Turkish Sesame (*Sesamum indicum* L.) Populations. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, **23**: 431-441.
27. Seyitalioğlu, Ü., 2010. Molecular Genetic Analysis in Sesame (*Sesamum indicum* L.). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 72s.
28. Zhang, Y., Sun, J., Wang, L., Che, Z., 2011. Analysis on genetic diversity and genetic basis of the main sesame cultivars released in China. **Agricultural Science in China**, **10**: 509-518.
29. El-Khier, M.K.S., Ishag, K.E.A., Yagoub, A.E.A., 2007. Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, **4**: 761-766.
30. Şaman, O., Öztürk, Ö., 2012. İkinci ürün susamda farklı bitki sıklıklarının verim ve verim unsurları üzerine etkileri. **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi**, **5**: 118-123.
31. Uçan, K., Kılılı, F., Gençoğlan, C., Merdun, H., 2007. Effect of irrigation frequency and amount on water use efficiency and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under field conditions. **Field Crops Research**, **101**: 249-258.
32. Anon., 2010. Konya Valiliği 2009 Yılı Sosyo-Ekonomik Raporu.
33. TÜİK, 2013. (http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001), (Erişim tarihi: Mart, 2013).

34. TÜİK, 2013. (<http://tuikapp.tuik.gov.tr/tarimsalfiyatapp/tarimsalfiyat.zul>), (Erişim tarihi: Mart, 2013).
35. Anon., 2010. Türkiye Cumhuriyeti Dış Ticaret Müsteşarlığı Verileri
36. Yalçın, H., Ünal, M.K., 2011. Evaluation of tocopherol homologues of Turkish sesame seed (*Sesamum indicum*) cultivars grown in different locations. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, **84**: 61-64.
37. Bozkurt, G., 2006. Susam Yağının Antioksidan Özellikteki Başlıca Bileşenlerinin Nitelik Ve Nicelikleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 77 s.
38. Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Attia, H., 2007. Quality characteristics of sesame seeds and by-products. **Food Chemistry**, **103**: 641-650.
39. Uzun, B., Ülger, S., Çağırğan, İ, M. 2007. Comparison of determinate and indeterminate types of sesame for oil content and fatty acid composition. **Field Crops Research**, **96**: 13-18.
40. Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi, Mühendislik Fakültesi Matbaası, Denizli. 1-2.
41. Akinoso, R., Aboaba, S.A., Olayanju, T.M.A., 2010. Effects of moisture content and heat treatment on peroxide value and oxidative stability of un-refined sesame oil. **African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development**, **10**: 4268-4285.

42. Döker, O., Salgin, U., Yildiz, N., Aydoğmuş, M., Çalimli, A., 2010. Extraction of sesame seed oil using supercritical CO₂ and mathematical modeling. **Journal of Food Engineering**, **97**: 360-366.
43. Baydar, H., 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**: 81-86.
44. Were, A.B., Onkware, O.A., Gudu, S., Welander, M., Carlsson, S.A., 2006. 'Seed oil content and fatty acid composition in east african sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years'. **Field Crops Research**, **97**: 254-260.
45. Nzikou, J.M., Matos, L., Bouanga-Kalou, G., Ndangui C.B., Pambou-Tobi, N.P.G., Kimbonguila, A., Silou, T., Linder, M., 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**: 6-11.
46. Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C., Attia H., 2010. Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. **Journal of Agricultural Science and Technology**, **12**: 585-596.
47. Liu, B., Guo, X., Zhu, K., Liu Y., 2011. Nutritional evaluation and antioxidant activity of sesame sprouts. **Food Chemistry**, **129**: 799-803.
48. Hemalatha, S., Ghafoorunissa, 2007. Sesame lignans enhance the thermal stability of edible vegetable oils. **Food Chemistry**, **105**: 1076-1085.
49. Latif, S., Anwar, F., 2011. Aqueous enzymatic sesame oil and protein extraction. **Food Chemistry**, **125**: 679-684.

50. Alpaslan, M., Boydak, E., Demirci, M., 2001. Protein and oil composition of soybean and sesame seed grown in the Harran (GAP) area of Turkey. Session 88 B, Food Chemistry: Food Composition and Analysis. IFT Annual Meeting, June 23-27; New Orleans.
51. Uzun, B., Arslan, C., Karhan, M., Toker, C., 2002. Fat and fatty acids of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to sesame (*Sesamum indicum* L.). **Food Chemistry**, **102**: 45-49.
52. Pleines, S., Friedt, W., 1989. Genetic control of linolenic acid concentration in seed Oil of rapeseed (*Brassica napus* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, **78**: 793-797.
53. Jin, U., Lee, J., Chung, Y., Lee, J., Yi, Y., Kim, Y., Hyung, N., Pyee, J., Chung, C., 2001. Characterization and temporal expression of a W-6 fatty acid desaturase cDNA from sesame (*Sesamum indicum* L.) seed. **Plant Science** **161**: 935-941.
54. Chung, C.H., Yeea, Y.J., Kim, D.H., Kim, H., Chung D.S., 1995. Changes of lipid, protein, RNA and fatty acid composition in developing sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. **Plant Science**, **109**: 237-243.
55. Hahm., T.S., P, S.J., Lo, Y.M., 2009. Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. **Bioresource Technology**, **100**: 1643-1647.
56. Ünal, M.K., Yalçın, H., 2008. Proximate composition of Turkish sesame seeds and characterization of their oils. **Grasas Y Aceites**, **59**: 23-26.
57. Haiyan, Z., Bedgood, D.R.J., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards, K., 2007. Endogenous biophenol, fatty acid and volatile profiles of selected oils. **Food Chemistry**, **100**: 1544-1551.

58. Khalid, E.K., Babiker, E.E., EL Tinay, A.H., 2003. Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration. **Food Chemistry**, **82**: 361-366.
59. Lopez, G., Flores, I., Galvez, A., Quirasco, M., Farres A., 2003. Development of a liquid nutritional supplement using a *Sesamum indicum* L. protein isolate. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, **36**: 67-74.
60. Cano-Medina, A., Jiménez-Islas, H., Dendooven, L., Herrera, R.P., González-Alatorre, G., Escamilla-Silva, E.M., 2011. Emulsifying and foaming capacity and emulsion and foam stability of sesame protein concentrates. **Food Research International**, **44**: 684-692.
61. Achouri, A., Nail, V., Boye, J.I., 2012. Sesame protein isolate: Fractionation, secondary structure and functional properties. **Food Research International**, **46**: 360-369.
62. El-Adawy, T.A., 1997. Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread. **Food Chemistry**, **59**: 7-14.
63. Lee, J.H., Baek, I., Ko, J., Shim, K., Kang, N.S., Kim, H., Kang, C., P, K., P, K.H., Ha T.J., 2008. Correlation of lignan contents with protein and oil contents in the seeds of *Sesamum indicum* L. **Journal of Applied Biological Chemistry**, **51**: 20-27.
64. Sudhir-Singh, Khanna, S.K., 1988. Fractionation and cracterization of sesame (*Sesamum indicum* L.) protein. **Indian Journal of Nutrition and Dietetics**, **25**: 55-59.

65. Orruño, E., Morgan, M.R.A., 2007. Purification and characterisation of the 7S globulin storage protein from sesame (*Sesamum indicum* L.). **Food Chemistry**, **100**: 926-934.
66. Orruño, E., Morgan, M.R.A., 2011. Resistance of purified seed storage proteins from sesame (*Sesamum indicum* L.) to proteolytic digestive enzymes. **Food Chemistry**, **128**: 923-929.
67. Watanabe, K., Takahashi, H., Ampo, M., Mitsunaga T., 2003. Change of thiamin-binding protein and thiamin levels during seed maturation and germination in sesame. **Plant Physiology and Biochemistry**, **41**: 973-976.
68. Das, R., Dutta, A., Bhattacharjee, C., 2012. Preparation of sesame peptide and evaluation of anti bacterial activity on typical pathogens. **Food Chemistry**, **131**: 1504-1509.
69. Schieberle, P., 1995. New developments in methods for analysis of volatile flavor compounds and their precursors, 403-431. In: *Characterization of Food: Emerging Methods* (Eds. A.G. Gaonkar). Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
70. Çalıkoğlu, E., Kiralan, M., Bayrak A., 2006. Uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve Türkiye'deki durumuna genel bir bakış, Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu, 569-570.
71. Zellner, B.A., Dugo, P., Dugo, G., Mondello, L., 2012. Chapter 19 Flavors and odors, 599-663. In: *Chemical Analysis of Food: Techniques and Applications*, Elsevier Inc., Amsterdam.
72. Zhao, F., Liu, J., Wang, X., Li, P., Zhang W., Zhang Q., 2013. Detection of adulteration of sesame and peanut oils via volatiles by GCXGC-TOF/MS

- coupled with principal components analysis and cluster analysis. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **115**: 337-347.
73. Xu-Yan, D., Ping-Ping, L., Fang, W., Mu-lan, J., Ying-Zhong, Z., Guang-Ming, L., Hong, C., 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**: 277-286.
74. Schieberle, P., 1996. Odour-active compounds in sesame moderately roasted. **Food Chemistry**, **55**: 145-152.
75. Anon., 2013. (http://gernot-katzers-spice-pages.com/engl/Sesa_ind.html), (Erişim tarihi: Ocak, 2013).
76. Shimoda, M., Nakada, Y., Wu, Y., Nakashima M., Osajima Y., 1997. Quantitative comparison of volatile flavor compounds in deep-roasted and light-roasted sesame seed oil. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, **45**: 3193-3196.
77. Ikeda, G., Tomizawa, A., Imayoshi, Y., Iwabuchi, H., Hinata, T., Sagara Y., 2006. Flavor design of sesame-flavored dressing using Gas Chromatography/Olfactometry and Food Kansei Model. **Food Science and Technology Research**, **12**: 261-269.
78. Agyemang, D., Bardsley, K., Brown, S., Kraut, K., Psota-Kelty, L., Trinnaman L., 2011. Identification of 2-ethyl-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**: 385-391.
79. Shahidi, F., Aishimab, T., Abou-Gharbia, H.A., Youssef, M., Shehata, A.A.Y., 1997. Effect of processing on flavor precursor amino acids and volatiles of sesame paste (tehina). **Journal of American Oil Chemists' Society**, **74**: 667-678.

80. Lee, E., Choe, E., 2012. Changes in oxidation-derived off-flavor compounds of roasted sesame oil during accelerated storage in the d. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, **1**: 89-93.
81. Chen, W., Zhou P., Wong-Moon, K.C., Cauchon N.S., 2007. Identification of volatile degradants in formulations containing sesame oil using SPME/GC/MS. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, **44**: 450-455.
82. Abdel-Sabour, M.F., El-Seoud, M.A.A., 1996. Effects of organic-waste compost addition on sesame growth, yield and chemical composition. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, **60**: 157-164.
83. Anon., 2013. (<http://www.batem.gov.tr/urunler/tarlaurunleri/susam/susam.htm>), (Erişim tarihi: Eylül 2012).
84. Corso, M.P., Fagundes-Klen, M.R., Silva, E.A., Filho, L.C., Santos, J.N., Freitas, L.S., Dariva, C., 2010. Extraction of sesame seed (*Sesamum indicum* L.) oil using compressed propane and supercritical carbon dioxide. **Journal of Supercritical Fluids**, **52**: 56-61.
85. Konsoula, Z., Liakopoulou-Kyriakides, M., 2010. Effect of endogenous antioxidants of sesame seeds and sesame oil to the thermal stability of edible vegetable oils. **Food Science and Technology**, **43**: 1379-1386.
86. Kumazawa, S., Koike, M., Usui, Y., Nakayama T., Fukuda, T., 2003. Isolation of sesaminols as antioxidative components from roasted sesame seed oil. **Journal of Oleo Science**, **52**: 303-307.
87. Mohdaly, A.A.A., Smetanska, I., Ramadan, M.F., Sarhan, M.A., Mahmoud, A., 2011. Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. **Industrial Crops and Products**, **34**: 952-959.

88. Suja, K.P., Abraham, J. T., Thamizh, S.N., Jayalekshmy, A., Arumughan C., 2004. Antioxidant efficacy of sesame cake extract in vegetable oil protection. **Food Chemistry** **84**: 393-400.
89. Lazarau, D., Grougnet, R., Papadopoulos, A., 2007. Antimutagenic properties of polyphenol-enriched extract derived from sesame-seed perisperm. **Mutation Research**, **634**: 163-171.
90. Omar, J.M.A., 2007. Effects of feeding different levels of sesame oil cake on performance and digestibility of Awassi lambs. **Small Ruminant Research**, **46**: 187-190.
91. Hata, N., Hayashi, Y., Okazawa, A., Ono, E., Satake, H., Kobayashi A., 2010. Comparison of sesamin contents and CYP81Q1 gene expressions in aboveground vegetative organs between two Japanese sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties differing in seed sesamin contents. **Plant Science**, **178**: 510-516.
92. Chang, L., Yen, W., Huang, S.C., Duh, P., 2002. Antioxidant activity of sesame coat. **Food Chemistry**, **78**: 347-354.
93. Ahmad, S., Yousuf, S., Ishrat, T., Khan, M.B., Bhatia, K., Fazli, I.S., Khan, J.S., Ansari, N.H., Islam, F., 2006. Effect of dietary sesame oil as antioxidant on brain hippocampus of rat in focal cerebral ischemia. **Life Sciences**, **79**: 1921-1928.
94. Hori, H., Takayanagi, T., Kamada, Y., Shimoyoshi, S., Ono, Y., Kitagawa, Y., Shibata, H., Nagao, M., Fujii, W., Sakakibara, Y., 2011. Genotoxicity evaluation of sesamin and episesamin. **Mutation Research**, **719**: 21-28.
95. Jannat, B., Oveisi, M.R., Sadeghi, N., Hajimahmoodi, M., Behzad, M., Choopankari, E., Behfar, A.A., 2010. Effects of roasting temperature and time on healthy

- nutraceuticals of antioxidants and total phenolic content in Iranian sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) Iran. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, **7**: 97-102.
96. Kang, M., Kawai, Y., Naito, M., Osawa, T., 1999. Dietary defatted sesame flour decreases susceptibility to oxidative stress in hypercholesterolemic rabbits. **The Journal of Nutrition**, **129**: 1885-1890.
97. A.O.A.C., 1990. "Official Methods for the Analysis (15th ed.). Arlington, Washington DC: Association of Official Analytical Chemists."
98. Krist, S., Stuebiger, G., Bail, S., Unterweger, H., 2006. Analysis of volatile compounds and triacylglycerol composition of fatty seed oil gained from flax and false flax. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **108**: 48-60.
99. Shimoda, M., Shiratsuchi, H., Nakada, Y., Wu, Y., Osajima Y., 1996. Identification and sensory characterization of volatile flavor compounds in sesame seed oil. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, **44**: 3909-3912.
100. Hai, Z., Wang, J., 2006. Detection of adulteration in camellia seed oil and sesame oil using an electronic nose. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **108**: 116-124.
101. Sumainah, G.M., Sims, C.A., Bates, R.P., O'keefe, S.F., 2000. Flavor and oxidative stability of peanut–sesame–soy blends. **Journal of Food Science**, **65**: 901-905.
102. Kılıç A, 2002. Defne (*Laurus nobilis* L.) Uçucu Yağında Koku Kalitesini Belirleyen Bileşikler. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Zonguldak, 243s.
103. Yetim, H., Çam, M., 2009. Enstrümental Gıda Analizleri. Erciyes Üniversitesi Yayınları, No: 175, Erciyes Üniversitesi Matbaası, Kayseri, 286s.

104. Mastelic, J., Jerkovic, I., 2003. Gas chromatography-mass spectrometry analysis of free and glycoconjugated aroma compounds of seasonally *Satureja montana* L. **Food Chemistry**, **80**: 135-140.
105. Montanari, R.M., Barbosa, L.C.A., Demuner, A.J., Silva, C.J., Andrade, N.J., Ismail F.M.D., Barbosa, M.C.A., 2012. Exposure to anacardiaceae volatile oils and their constituents induces lipid peroxidation within food-borne bacteria cells. *Molecules*, *17*: 9728-9740. (<http://www.mdpi.com/journal/molecules>), (Erişim tarihi: Haziran 2012).
106. Lastbom, L., Boman, A., Camner, P., Ryrfeldt, A., 1998. Does airway responsiveness increase after skin sensitisation to 3-carene: a study in isolated guinea pig lungs. **Toxicology**, **125**: 59-66.
107. Lastbom, L., Boman, A., Camner, P., Ryrfeldt, A., 2000. Increased airway responsiveness after skin sensitisation to 3-carene, studied in isolated guinea pig lungs. **Toxicology**, **147**: 209-214.
108. Lastbom L., Boman A., Johnsson S., Camner P, Ryrfeldt A., 2003. Increased airway responsiveness of a common fragrance component, 3-carene, after skin sensitisation-a study in isolated guinea pig lungs. **Toxicology Letters**, **145**: 189-196.
109. Pino, J.A., 2012. Odour-active compounds in mango (*Mangifera indica* L. cv. Corazo' n). **International Journal of Food Science and Technology**, **47**: 1944-1950.
110. Miyashita, M., Sadzuka, Y., 2013. Effect of linalool as a component of *Humus lupulus* on doxorubicin-induced antitumor activity. **Food and Chemical Toxicology**, **53**: 174-179.

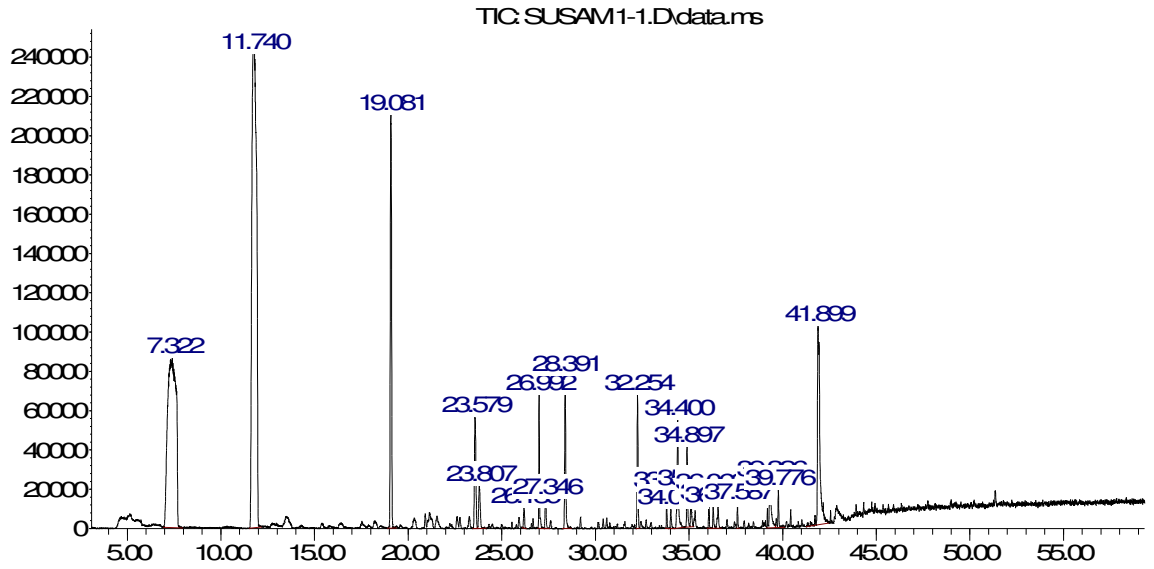
111. Fyfe, L., Armstrong, F., Stewart J., 1998. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis* by combinations of plant oils and derivatives of benzoic acid: the development of synergistic antimicrobial combinations. **International Journal of Antimicrobial Agents**, **9**: 195-199.
112. P, E.S., Moon, W.S, Song, M.J., Kim, M.N., Chung, K.H., Yoon, J.S., 2001. Antimicrobial activity of phenol and benzoic acid derivatives. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **47**: 209-214.
113. Lindquist, E., Yang, Y., 2011. Degradation of benzoic acid and its derivatives in subcritical water. **Journal of Chromatography A**, **1218**: 2146-2152.
114. Olias, J.M., Perez, A.G., Rios, J.J., Sanz, L.C., 1993. Aroma virgin olive oil: biogenesis of the green odor notes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **41**: 2368-2373.
115. Aparicio, R., Morales, M.T., 1998. Characterization of olives ripeness by green aroma compounds of virgin olive oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **46**: 1116-1122.
116. Kurtoğlu, M., Serin, S., 2006. Oksimler; sentezi, reaksiyonları ve metal kompleksleri. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Mühendislik Dergisi**, **9**: 25-32.
117. Chung, M.J., Cheng, S.S., Lin, C.Y., Chang, S.T., 2012. Profiling of volatile compounds of *Phyllostachys pubescens* shoots in Taiwan. **Food Chemistry**, **134**: 1732-1737.
118. Beck, J.J., Higbee, B.S., Gee, W.S., Dragull, K., 2011. Ambient orchard volatiles from California almonds. **Phytochemistry Letters**, **4**: 199-202.

119. Mahmood, U., Kaul, V.K., Acharya, R., 2004. Volatile constituents of *Capillipedium parviflorum*. **Phytochemistry**, **2004**: 2163-2166.
120. Yaylayan, V.A., Haffenden, L.J.V., 2003. Mechanism of pyrazole formation in [¹³C-2] labelled glycine model systems: N-N bond formation during Maillard reaction. **Food Research International**, **36**: 571-577.
121. Abou-Elela, G.M., Abd-Elnaby, H., Ibrahim, H.A.H., Okbah, M.A., 2009. Marine natural products and their potential applications as anti-infective agents. **World Applied Science Journal**, **7**: 872-880.

EKLER

HAM SUSAM TOHUMLARININ UÇUCU AROMA BİLEŞENLERİ ANALİZİ GC-MS ÇIKTILARI

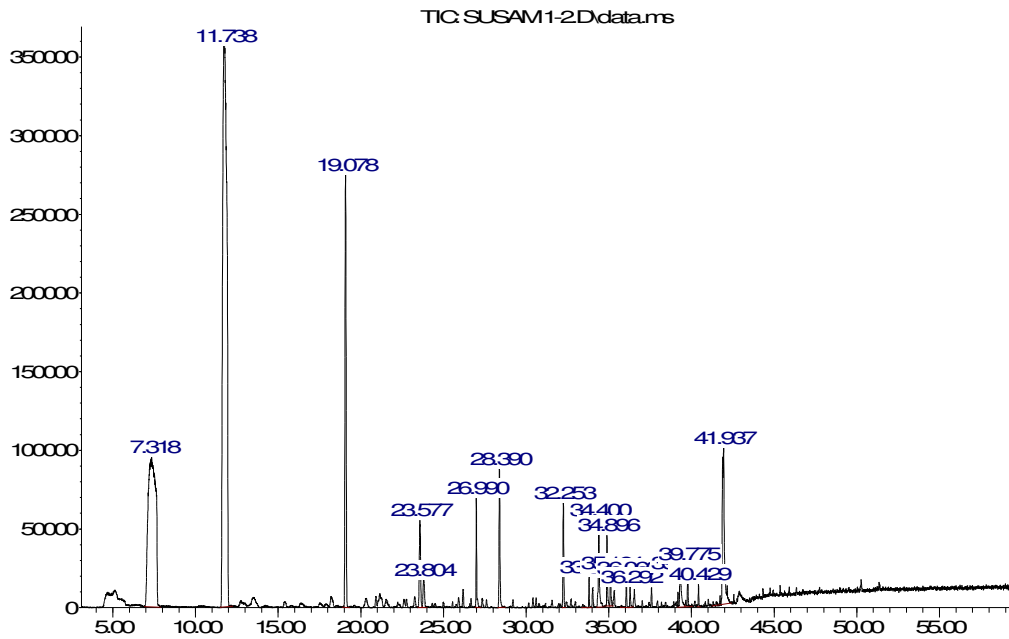
Abundance



Time→

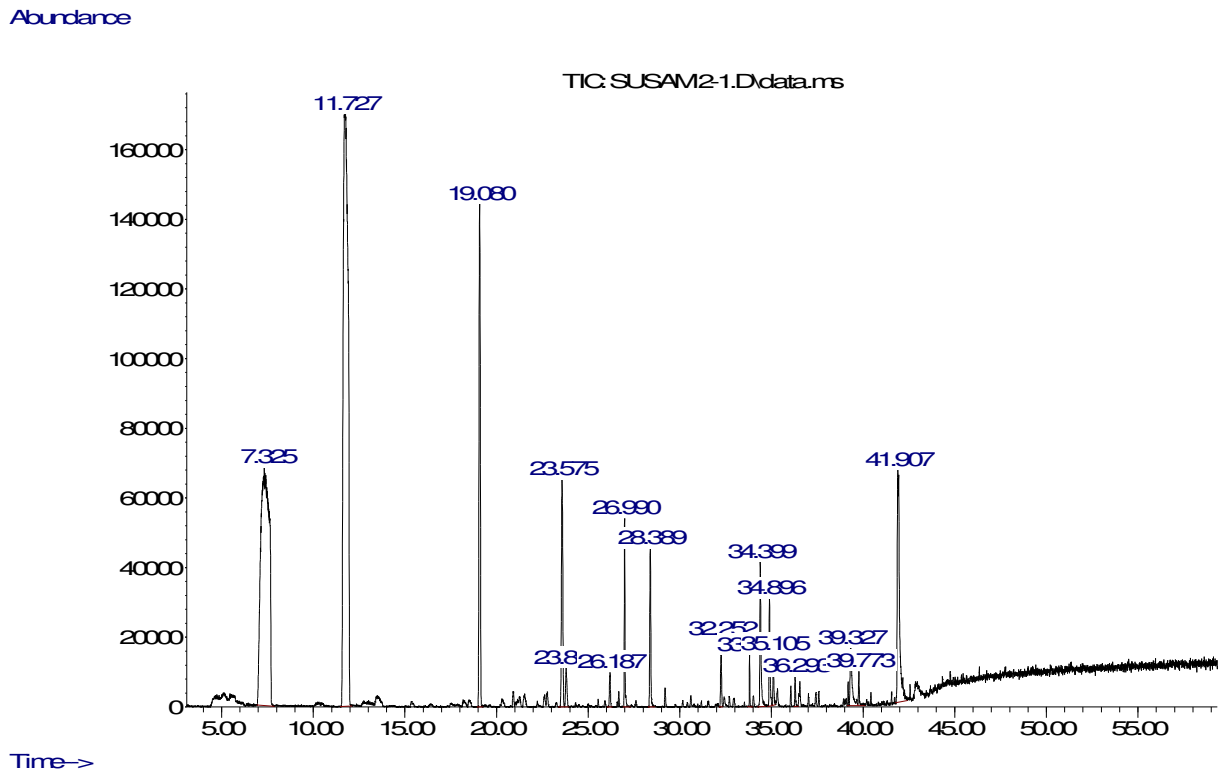
Ek Şekil 1. Aydın İncirliova-1

Abundance

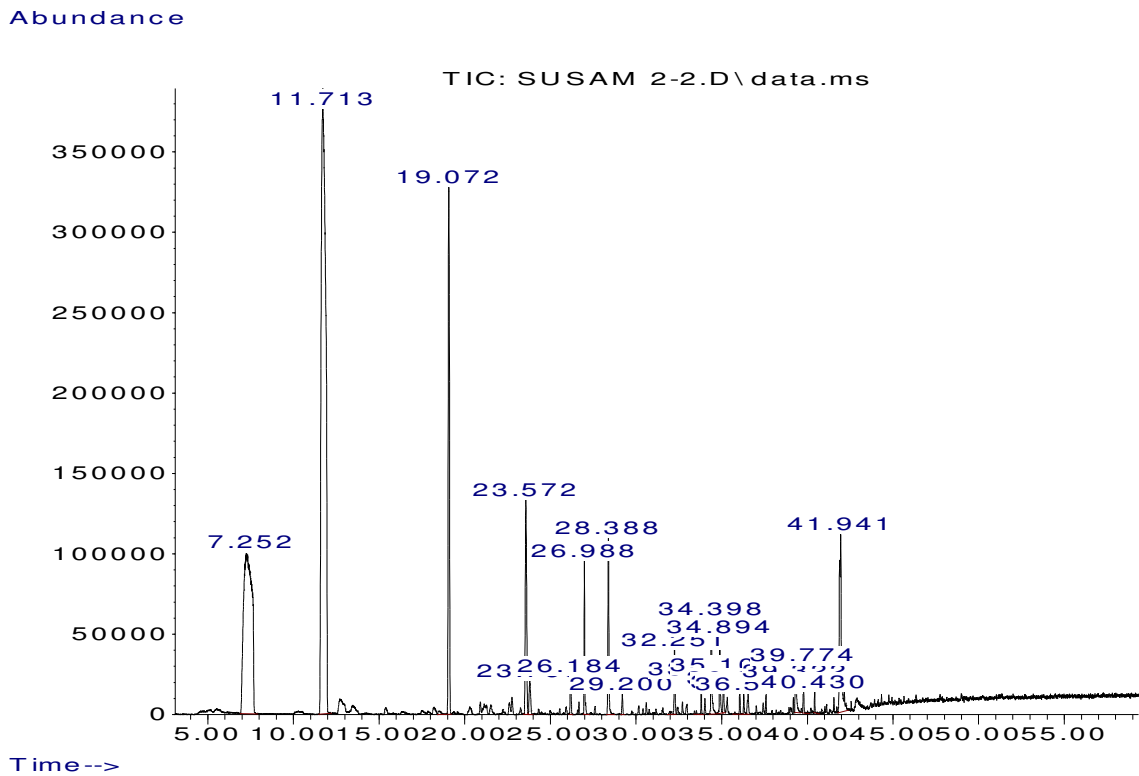


Time→

Ek Şekil 2. Aydın İncirliova-2

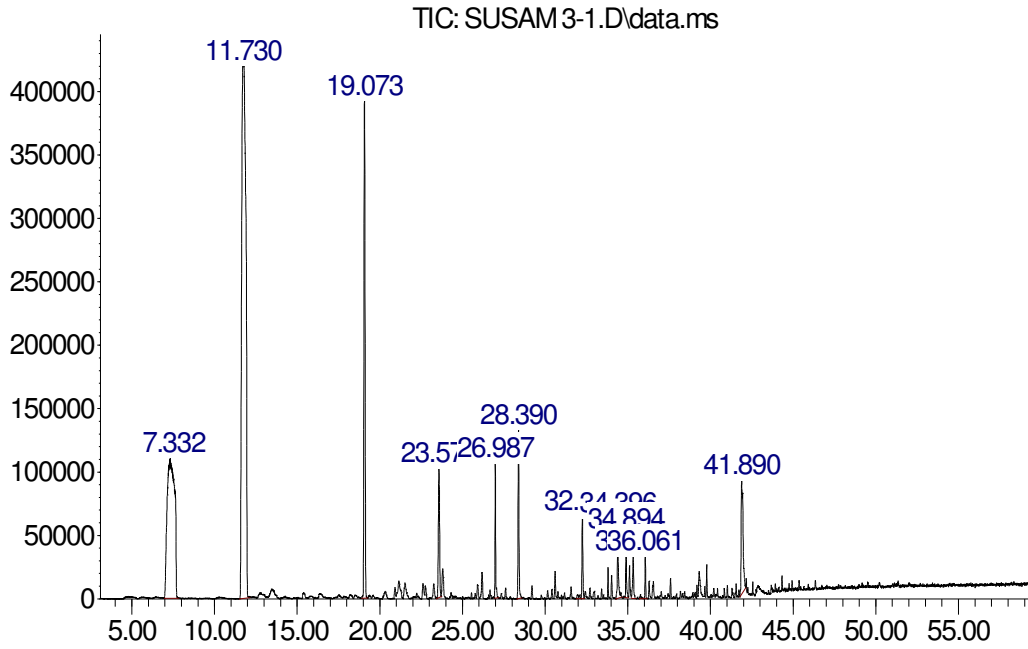


Ek Şekil 3. Bartın Ulus-1



Ek Şekil 4. Bartın Ulus-2

Abundance

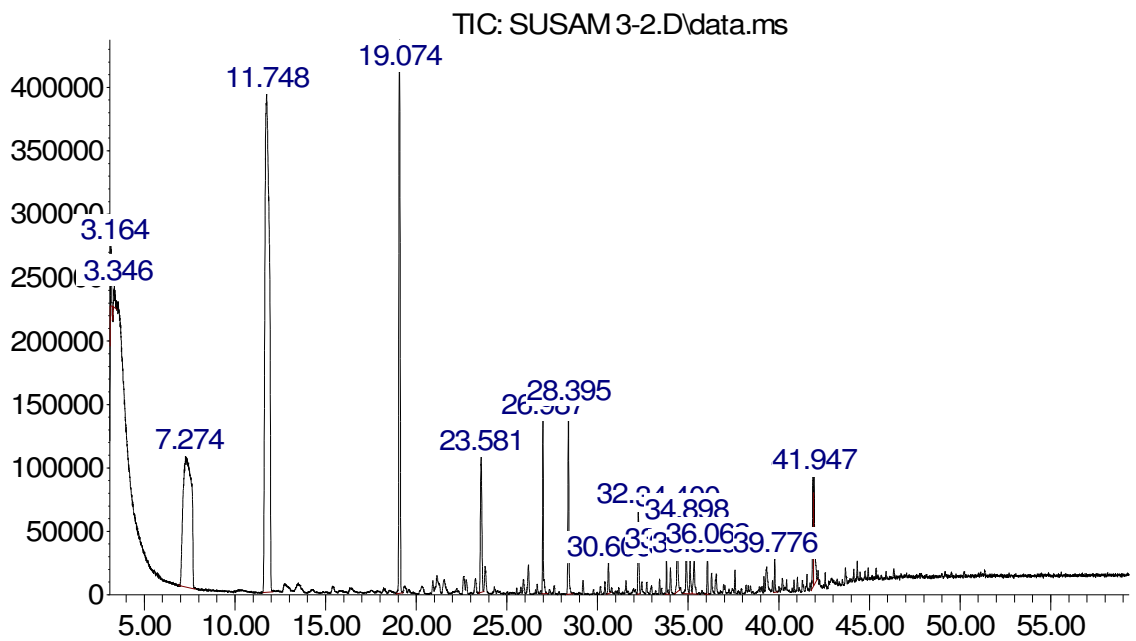


Time-->

Ek Şekil 5. Urfa Siverek-

1

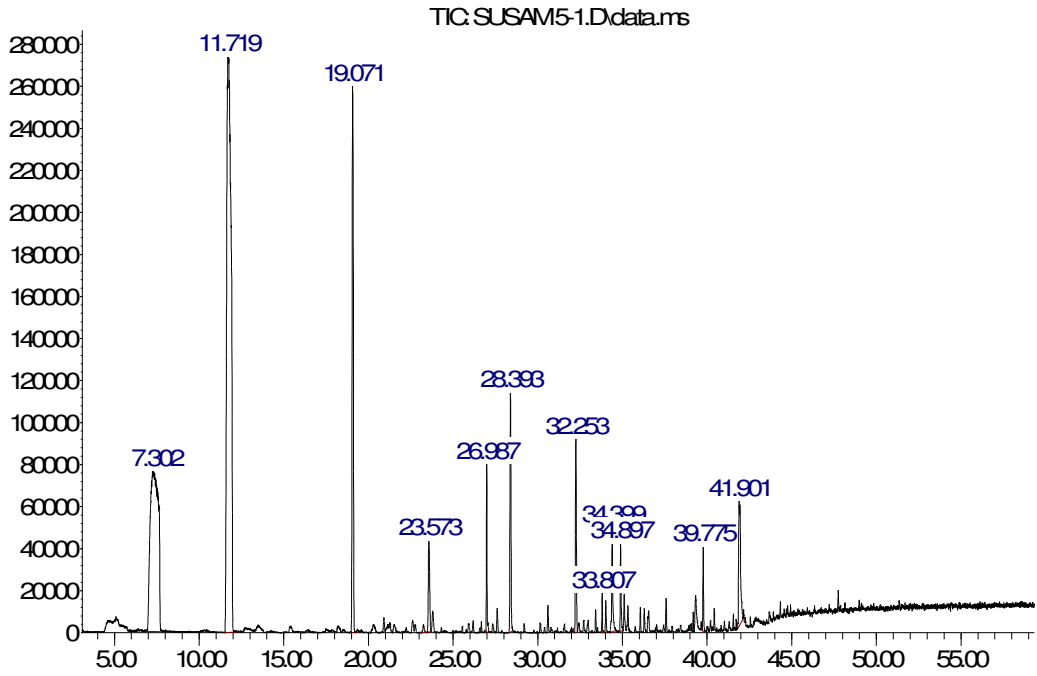
Abundance



Time-->

Ek Şekil 6. Urfa Siverek-2

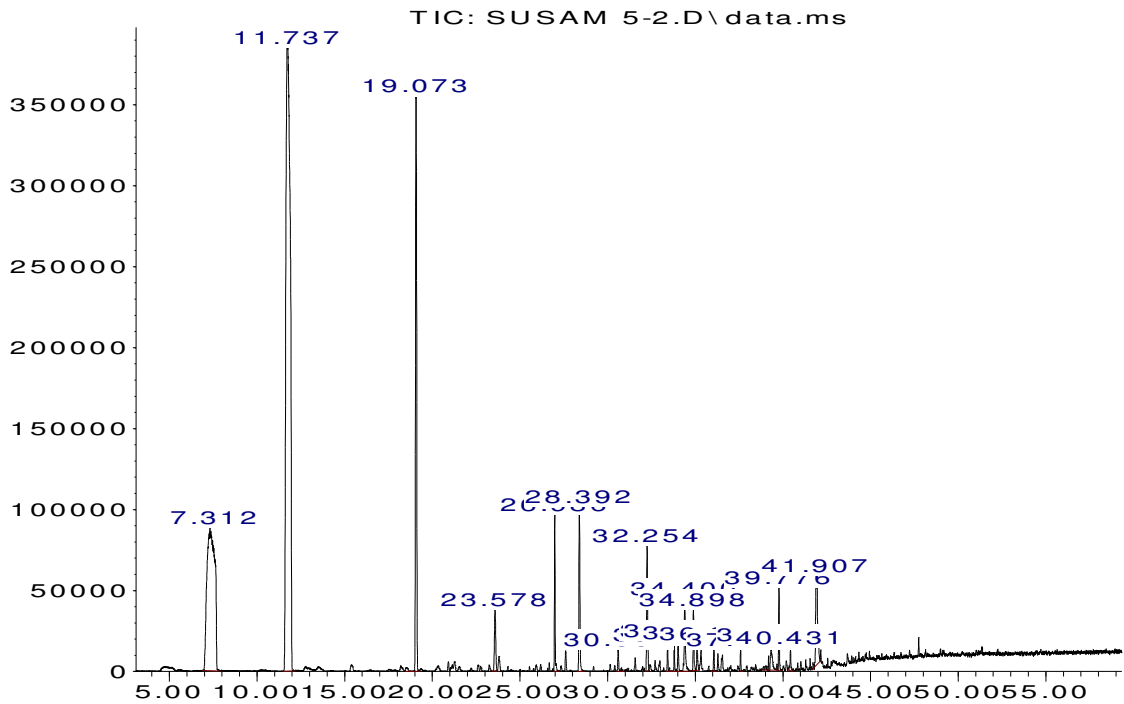
Abundance



Time->

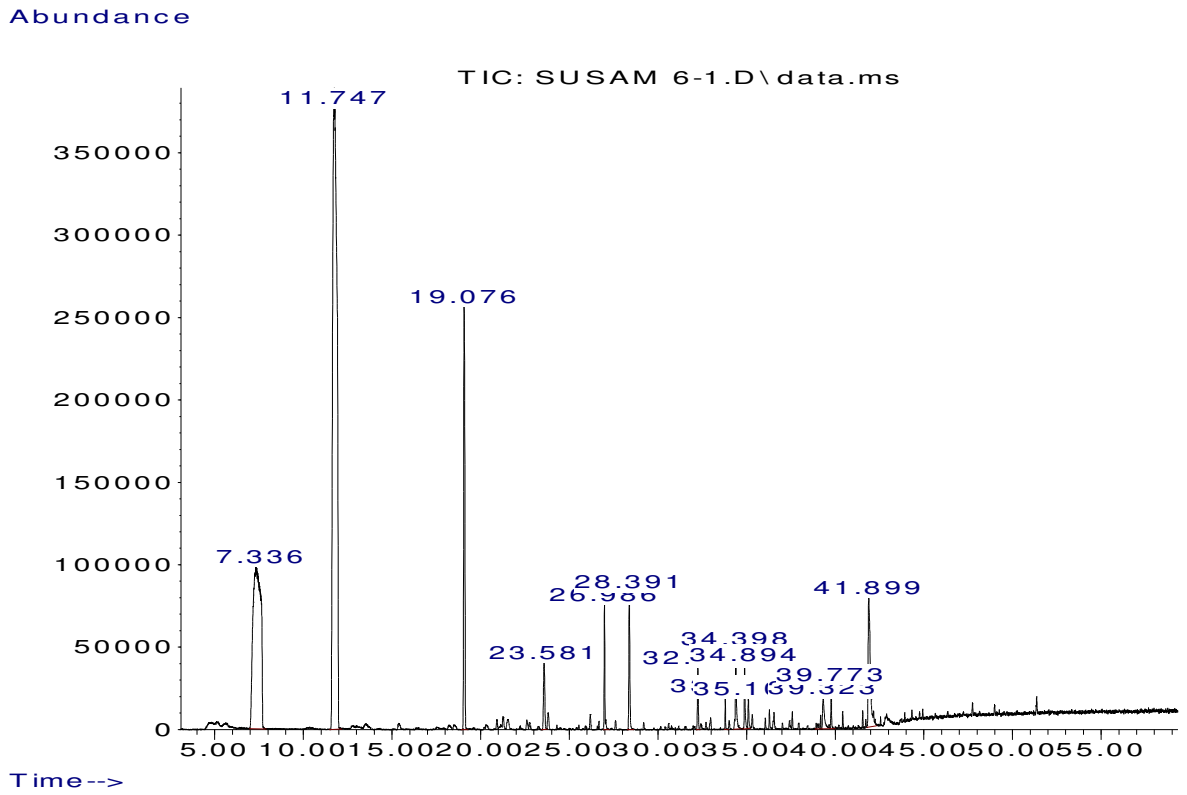
Ek Şekil 7. Konya Akören-1

Abundance

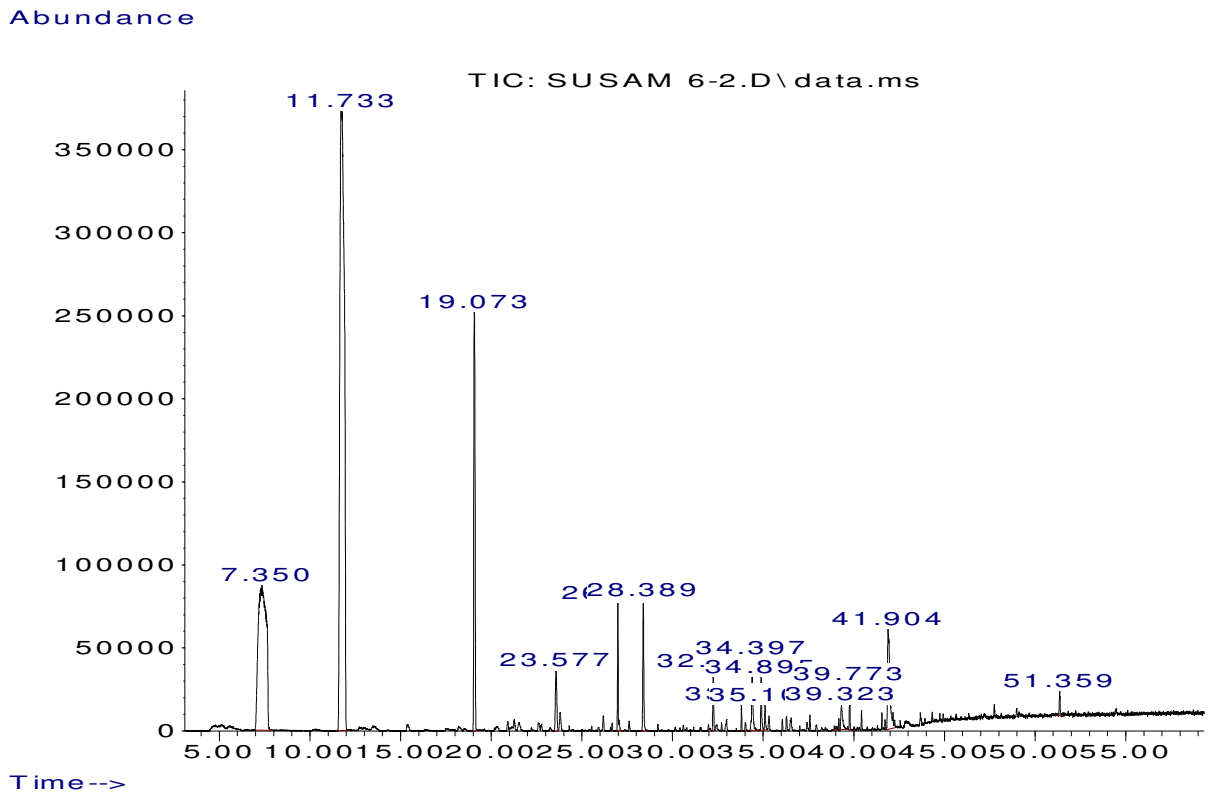


Time-->

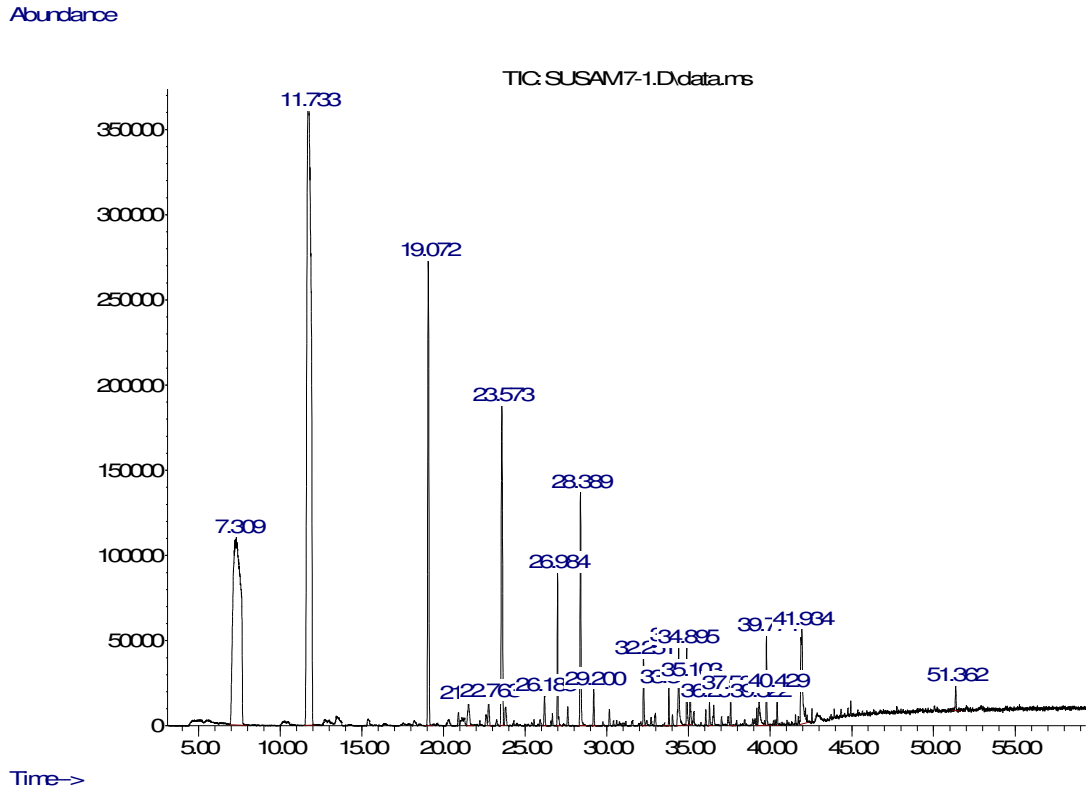
Ek Şekil 8. Konya Akören-2



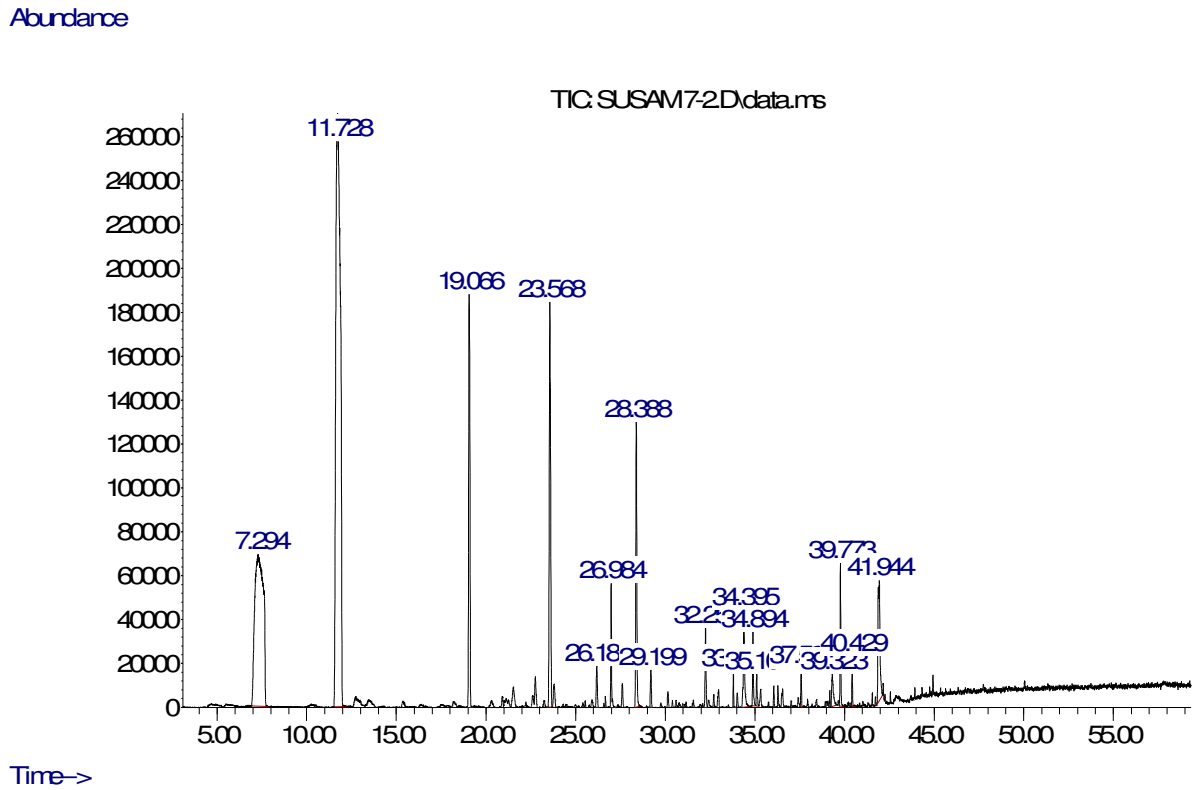
Ek Şekil 9. Mersin Mut-1



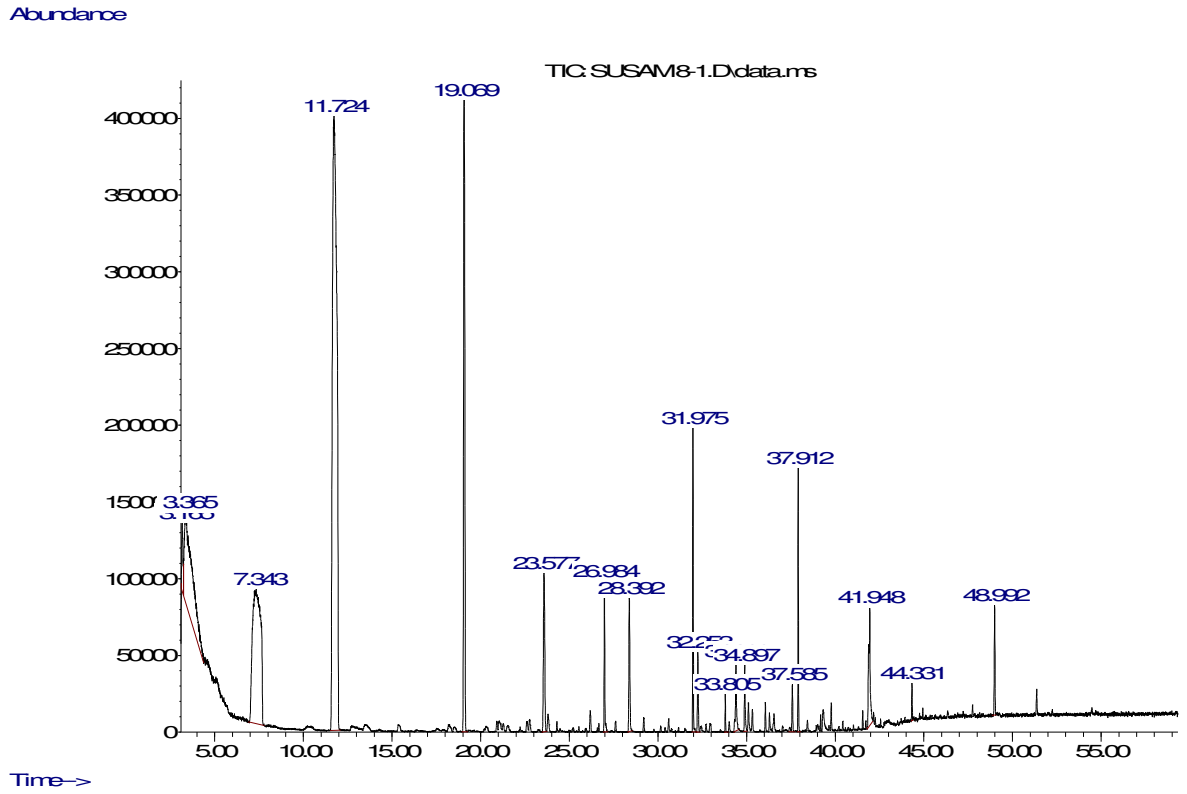
Ek Şekil 10. Mersin Mut-2



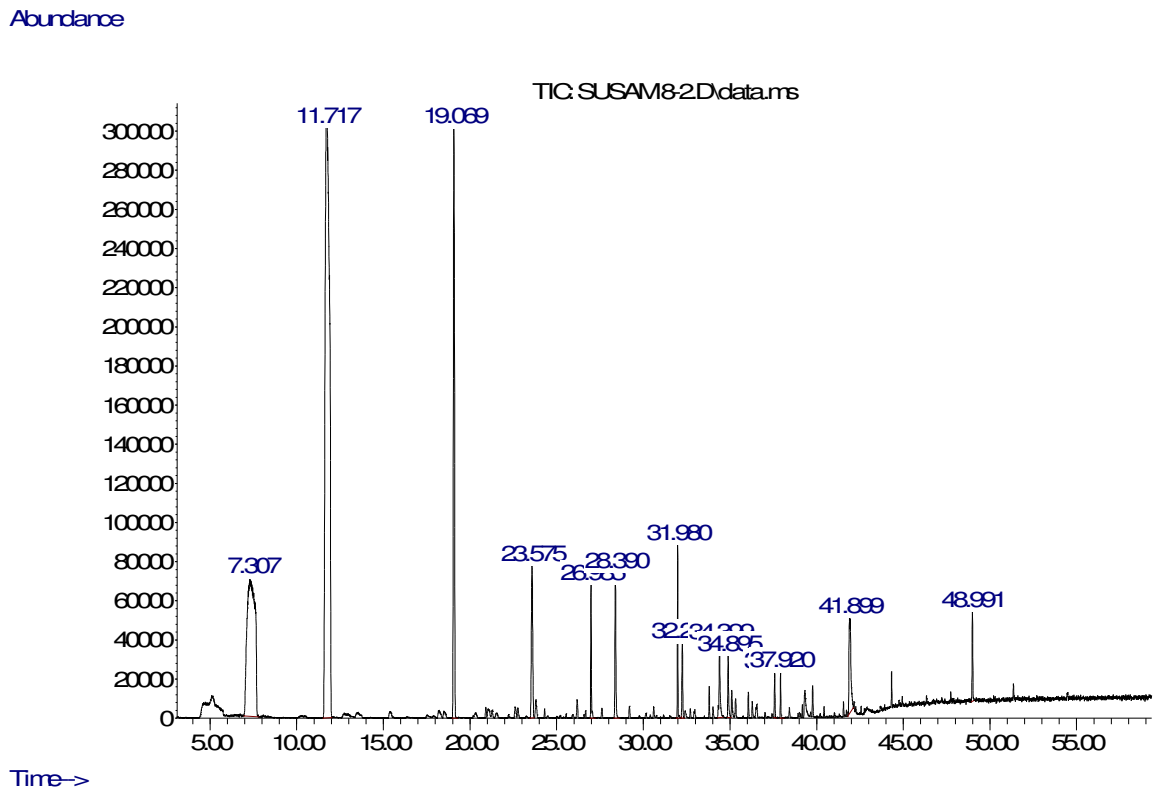
Ek Şekil 11. Diyarbakır Çüngüş-1



Ek Şekil 12. Diyarbakır Çüngüş-2

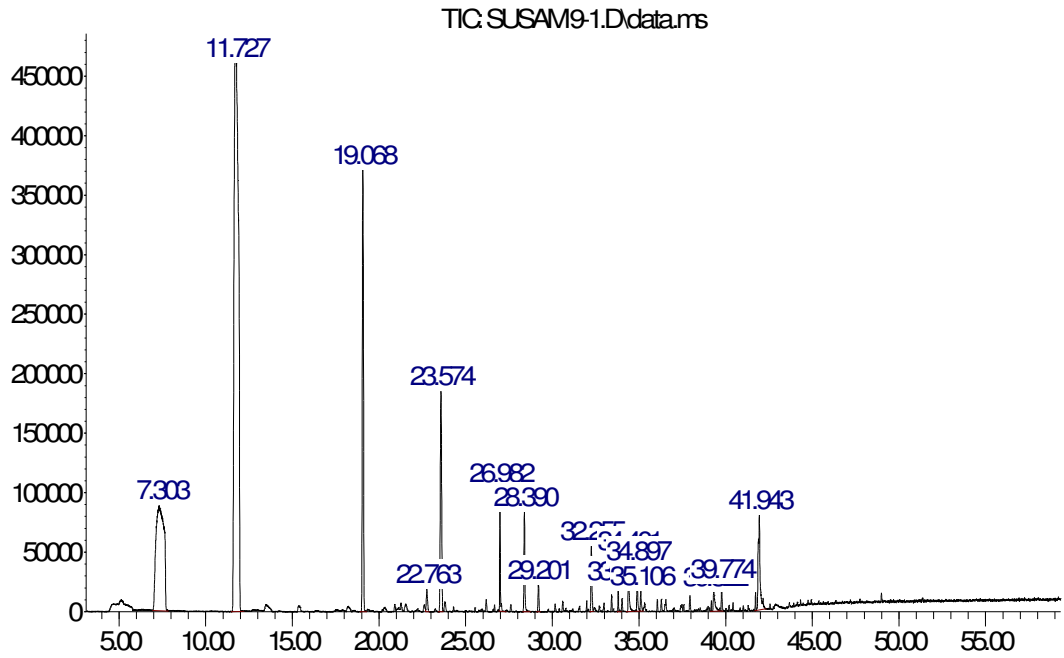


Ek Şekil 13. Konya Çumra-1



Ek Şekil 14. Konya Çumra-2

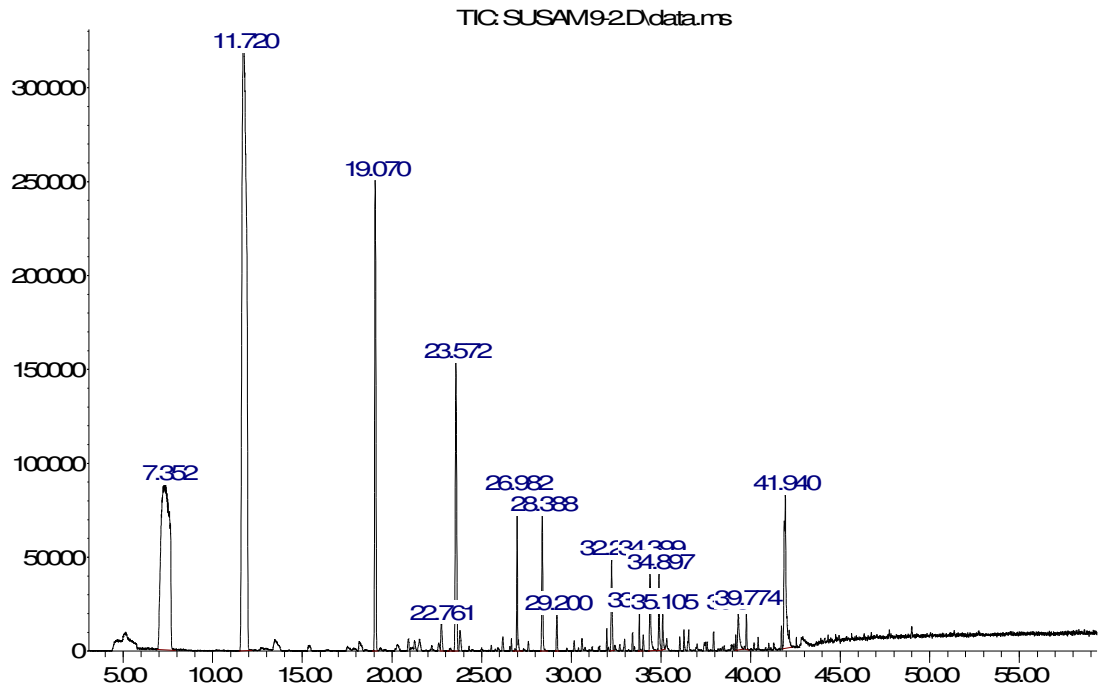
Abundance



Time->

Ek Şekil 15. Pakistan-1

Abundance



Time->

Ek Şekil 16. Pakistan-2

SUSAM TOHUMUNUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE AİT HAM VERİLER

Ek Tablo 1. Yağ ve proteine ait veriler

Çeşitler	Konya'ya ekilmeden önce		Konya'ya ekildikten sonra	
	% Yağ	% Protein	% Yağ	% Protein
Aydın İncirlioiva-1	58.17	23.47	54.27	24.43
Aydın İncirlioiva-2	59.84	23.20	54.55	24.31
Aydın İncirlioiva-3	59.00	23.30	54.41	24.39
Bartın Ulus-1	59.29	24.67	50.28	25.63
Bartın Ulus-2	56.17	24.27	50.67	26.00
Bartın Ulus-3	57.73	23.75	50.48	25.85
Urfa Siverek-1	60.04	16.79	51.80	24.54
Urfa Siverek-2	59.59	17.31	51.88	25.23
Urfa Siverek-3	59.81	17.45	51.84	25.13
Konya Akören-1	54.70	21.20	51.36	26.56
Konya Akören-2	54.49	20.87	47.07	26.00
Konya Akören-3	54.60	20.81	49.21	25.93
Mersin Mut-1	50.71	22.50	50.39	25.58
Mersin Mut-2	52.49	22.69	50.95	25.47
Mersin Mut-3	51.60	22.77	50.67	25.00
Diyarbakır Çüngüş-1	53.95	20.64	54.38	22.00
Diyarbakır Çüngüş-2	53.19	20.81	55.04	21.66
Diyarbakır Çüngüş-3	53.57	21.00	54.71	21.96
Konya Çumra-1	54.15	22.96	51.66	25.53
Konya Çumra-2	53.90	22.56	51.76	25.66
Konya Çumra-3	54.03	22.64	51.71	25.00
Pakistan-1	52.44	22.52	50.74	24.50
Pakistan-2	52.09	22.50	48.61	24.60
Pakistan-3	52.08	22.56	49.68	24.51

Ek Tablo 2. Konya'ya ekilmeden önce analiz edilen susam yağlarının yağ asitlerine ait veriler

	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0
Aydın İncirlioiva-1	9,13	0,12	5,50	39,33	44,81	0,57	0,37	0,19	-
Aydın İncirlioiva-2	9,82	0,13	5,42	39,17	44,13	0,60	0,32	0,20	-
Aydın İncirlioiva-3	9,48	0,12	5,46	39,25	44,47	0,59	0,34	0,19	-
Bartın Ulus-1	9,93	0,13	5,46	39,56	43,68	0,61	0,33	0,18	0,13
Bartın Ulus-2	9,13	0,12	5,49	39,37	44,76	0,57	0,37	0,18	0,13
Bartın Ulus-3	9,53	0,12	5,47	39,47	44,22	0,59	0,35	0,18	0,13
Urfa Siverek-1	8,79	0,11	5,39	41,76	42,69	0,59	0,34	0,20	0,12
Urfa Siverek-2	8,79	0,11	5,39	41,76	42,72	0,59	0,34	0,19	0,12
Urfa Siverek-3	8,79	0,11	5,39	41,76	42,70	0,59	0,34	0,20	0,12
Konya Akören-1	9,18	0,12	5,69	42,51	41,30	0,60	0,41	0,19	0,00
Konya Akören-2	9,17	0,12	5,68	42,46	41,26	0,60	0,41	0,19	0,12
Konya Akören-3	9,18	0,12	5,68	42,49	41,28	0,60	0,41	0,19	0,06
Mersin Mut-1	9,13	0,13	5,33	43,39	40,93	0,57	0,34	0,19	0,00
Mersin Mut-2	9,15	0,13	5,34	43,38	40,91	0,56	0,35	0,19	0,00
Mersin Mut-3	9,14	0,13	5,33	43,38	40,92	0,57	0,34	0,19	0,00
Diyarbakır-1	9,02	0,11	5,86	40,42	43,29	0,64	0,35	0,18	0,13
Diyarbakır -2	9,02	0,11	5,86	40,41	43,29	0,64	0,36	0,18	0,13
Diyarbakır -3	9,02	0,11	5,86	40,42	43,29	0,64	0,36	0,18	0,13
Konya Çumra-1	9,06	0,11	6,02	41,78	41,67	0,63	0,41	0,19	0,12
Konya Çumra-2	9,07	0,11	6,02	41,78	41,67	0,63	0,41	0,19	0,12
Konya Çumra-3	9,06	0,11	6,02	41,78	41,67	0,63	0,41	0,19	0,12
Pakistan-1	10,29	0,13	4,75	38,72	44,94	0,55	0,31	0,19	0,12
Pakistan-2	10,28	0,13	4,75	38,73	44,94	0,55	0,31	0,18	0,12
Pakistan-3	10,28	0,13	4,75	38,72	44,94	0,55	0,31	0,18	0,12

(-): Tespit edilememiştir.

Ek Tablo 3. Konya'ya ekildikten sonra analiz edilen susam yağlarının yağ asitlerine ait veriler

	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1
Aydın İncirliova-1	8,85	0,10	6,05	43,39	40,46	0,62	0,34	0,18
Aydın İncirliova-2	8,84	0,10	6,04	43,40	40,48	0,62	0,34	0,18
Aydın İncirliova-3	8,85	0,10	6,04	43,39	40,47	0,62	0,34	0,18
Bartın Ulus-1	8,48	0,09	6,32	45,56	38,33	0,66	0,36	0,20
Bartın Ulus-2	8,48	0,09	6,32	45,57	38,33	0,66	0,36	0,19
Bartın Ulus-3	8,48	0,09	6,32	45,57	38,33	0,66	0,36	0,19
Urfa Siverek-1	8,61	0,10	6,24	46,29	37,57	0,66	0,34	0,19
Urfa Siverek-2	8,62	0,10	6,26	46,27	37,56	0,66	0,34	0,19
Urfa Siverek-3	8,62	0,10	6,25	46,28	37,56	0,66	0,34	0,19
Konya Akören-1	9,17	0,11	6,12	45,45	37,89	0,65	0,48	0,19
Konya Akören-2	9,86	0,10	6,02	45,05	38,21	0,66	0,46	0,18
Konya Akören-3	9,51	0,10	6,07	45,25	38,05	0,66	0,47	0,19
Mersin Mut-1	8,56	-	6,06	46,84	37,33	0,62	0,39	0,20
Mersin Mut-2	8,55	-	6,07	46,90	37,27	0,62	0,39	0,20
Mersin Mut-3	8,56	-	6,07	46,87	37,30	0,62	0,39	0,20
Diyarbakır-1	8,74	0,10	5,93	41,41	42,67	0,62	0,35	0,18
Diyarbakır -2	8,74	0,10	5,91	41,37	42,74	0,61	0,54	0,18
Diyarbakır -3	8,74	0,10	5,92	41,39	42,71	0,61	0,44	0,18
Konya Çumra-1	8,98	0,10	6,26	45,42	38,03	0,62	0,40	0,19
Konya Çumra-2	8,97	0,10	6,27	45,49	37,96	0,62	0,40	0,19
Konya Çumra-3	8,97	0,10	6,27	45,46	37,99	0,62	0,40	0,19
Pakistan-1	8,90	0,09	5,89	42,29	41,69	0,63	0,34	0,18
Pakistan-2	8,89	0,09	5,85	42,30	41,73	0,62	0,34	0,17
Pakistan-3	8,89	0,09	5,87	42,30	41,71	0,63	0,34	0,18

(-): Tespit edilememiştir.

Ek Tablo 4. 2010-2011 yılları Konya-Çumra'nın yağış ve sıcaklık değerleri

	Yağış			Maksimum Sıcaklık			Minimum Sıcaklık		
	<u>Ortalama</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>Ortalama</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>	<u>Ortalama</u>	<u>2010</u>	<u>2011</u>
Ocak	35,6	43,6	52,9	18	18	8	-22,5	-12,8	-6,3
Şubat	28,1	33,3	40,1	20,8	20,8	15,1	-19	-12,7	-9,9
Mart	31,9	12,1	44,2	28,2	26,9	22,9	-14,6	-6	-8,7
Nisan	40	67,4	48	31,5	24,9	24	-9,7	0,4	-2,1
Mayıs	32,2	12,4	52,5	33,8	32,1	25,8	0,8	4,8	2
Haziran	21,2	47,9	39,5	35,2	33,5	32,2	3,9	9,7	9,5
Temmuz	6	0	0	39,9	36,4	36,7	7,6	13	11,4
Ağustos	4,6	0	1	39,2	39,2	36,4	8,6	12,5	11,2
Eylül	13,2	1,6	3,8	36,1	36,1	31,1	1,4	9,5	6,3
Ekim	27,3	62,6		31,8	30,5		5	-1	
Kasım	33,8	4,2		24	24		-18,2	-1,3	
Aralık	46,1	106,8		22,9	22,9		-21,8	-4,6	

Kaynak: Çumra Şeker Fabrikası Meteoroloji İstasyonu Verileri, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Halime ALPEREN

Doğum Tarihi ve Yeri: 15.08.1985, Gemerek

Tel: +90 507 6588685

email:halimealperen@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği	2009
Lise	N.M. Küçükçalık Anadolu Lisesi	2003

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum
2011-Devam ediyor	Sivas Gıda Kontrol Lab. Müdürlüğü

YABANCI DİL

İngilizce