

28402

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SUSAM, SUSAM YAĞI VE TAHİNDE FİZİKSEL-  
KİMYASAL ANALİZLER VE YAĞ ASİTLERİ  
BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Musa ÖZCAN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİ  
ANABİLİM DALI  
Konya, 1993

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SUSAM, SUSAM YAĞI VE TAHİNDE FİZİKSEL - KİMYASAL  
ANALİZLER VE YAĞ ASİTLERİ BİLEŞİMİNİN  
BELİRLENMESİ

Musa ÖZCAN

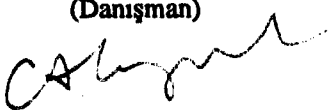
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİ  
ANABİLİM DALI

Bu tez/2/8/1993 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

İmza

Doç. Dr. Atilla AKGÜL

(Danışman)



İmza

Prof. Dr. Adem ELGÜN

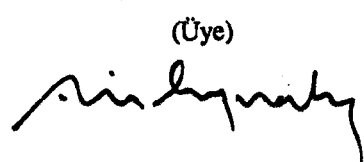
(Üye)



İmza

Doç. Dr. Ali BAYRAK

(Üye)



## ABSTRAKT

Yüksek Lisans Tezi

### SUSAM, SUSAM YAĞI VE TAHİNDE FİZİKSEL- KİMYASAL ANALİZLER VE YAĞ ASİTLERİ BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Musa ÖZCAN

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Bilimi ve Teknolojisi

Anabilim dalı

Danışman : Doç. Dr. Attilâ AKGÜL

1993, Sayfa : 42

Jüri : Doç. Dr. Attilâ AKGÜL

Prof. Dr. Âdem ELGÜN

Doç. Dr. Ali BAYRAK

Değişik kaynaklardan 16 susam tohumu ve 11 tahin örneğinde su, kül, ham protein, ham yağ ve ham selüloz miktarları belirlenmiştir. Ayrıca tohumlarda bin tane ağırlığı, tahinlerde ise tuz tayini yapılmıştır. Örneklerde Na, K, P, Cu, Fe, Mn ve Zn miktarları tespit edilmiştir. Tohum ve tahin yağlarında özgül ağırlık, kırılma indisi, serbest yağ asitleri, iyot sayısı, sabunlaşma sayısı ve sabunlaşmayan madde miktarı saptanmıştır. Gaz kromatografisi yöntemiyle tohum ve tahin yağlarında sırasıyla % 9.10 - 11.38 ve % 9.55 - 10.32 palmitik, % iz - 0.15 ve % iz stearik, % 31.61 - 57.19 ve % 37.42 - 45.04 oleik, % 30.79 - 57.33 ve % 43.25 - 53.34 linoleik, % 0.30 - 0.79 ve % 0.34 - 1.93 linolenik ve % iz - 2.62 ve % iz - 0.82 araşidik asit tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Susam Tohumu (*Sesamum indicum* L.),  
Tahin, Susam Yağı, Tahin Yağı, Bileşim, Fiziksel ve  
Kimyasal İndisler, Mineraller, Yağ Asitleri.

## ABSTRACT

M.S. Thesis

### PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND FATTY ACID COMPOSITIONS OF SESAME SEED, SESAME OIL AND TAHİN (SESAME PASTE)

Musa ÖZCAN

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Food Science and Technology

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Attilâ AKGÜL

1993, Page : 42

Jury : Assoc. Prof. Dr. Attilâ AKGÜN

Prof. Dr. Âdem ELGÜN

Assoc. Prof. Dr. Ali BAYRAK

The 16 sesame seed and 11 tahin samples provided from different sources were evaluated for moisture, ash, crude protein, crude oil and crude fiber. The weight of 1000 seeds in seed samples and salt in tahin samples were also analysed. The contents of Na, K, P, Cu, Fe, Mn and Zn were determined in the samples. The relative density, refractive index, free fatty acids, peroxide value, iodine value, saponification value and unsaponifiables were analysed in the seed and tahin oils. In the seed and tahin oils respectively 9.10 - 11.38% and 9.55 - 10.32% palmitic, trace - 0.15% and trace % stearic, 31.61 - 57.19% and 37.42 - 45.04% oleic, 30.79 - 57.33% and 43.25 - 52.34% linoleic, 0.30 - 0.79% and 0.34 - 1.93% linolenic, trace - 2.62% and trace - 0.82% arachidic acid were identified by gas chromatography.

**KEY WORDS:** Sesame Seed (*Sesamum indicum* L.), Tahin, Sesame Oil, Tahin Oil, Approximate Analyses, Physical and Chemical Constants, Minerals, Fatty Acids.

## ÖNSÖZ

Gıda teknolojisi ve beslenmede önemli bir yeri olan susam tohumu, susam yağı ve tahinin çeşitli özellikleri üzerine yürütülen bu çalışma, konunun ancak temel sayılabilecek bilgilerini elde etmek amacıyla yapılmıştır. Daha ayrıntılı kimyasal ve özellikle de teknolojik açıdan yapılması gereken araştırmalar devam etmelidir.

Araştırmaya değişik açılardan katkıda bulunan danışmanım Doç. Dr. Attilâ AKGÜL'e, Prof. Dr. Adem ELGÜN, Doç. Dr. Ali BAYRAK, Yrd. Doç. Dr. Sait GEZGİN ve Arş. Gör. Aziz TEKİN'e , TKB Konya İl Kontrol Laboratuvarı ve S.Ü. Araştırma Fonu çalışanlarına, materyal sağlayan kişi ve kuruluşlara teşekkür ederim.

Konya, 1993

Musa ÖZCAN

## İÇİNDEKİLER

ABSTRAKT .....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ .....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	7
3. MATERYAL VE METOD .....	12
3.1. Materyal .....	12
3.2. Metod .....	12
3.2.1. Tohum ve tahin analizleri.....	12
3.2.1.1. Bin tane ağırlığı.....	12
3.2.1.2. Su.....	12
3.2.1.3. Kül .....	12
3.2.1.4. Ham protein .....	12
3.2.1.5. Ham yağ .....	12
3.2.1.6. Ham selüloz .....	13
3.2.1.7. Tuz .....	13
3.2.1.8. Mineraller.....	13
3.2.2. Yağ analizleri.....	13
3.2.2.1. Fiziksel analizler .....	13
3.2.2.1.1. Nispi yoğunluk.....	13
3.2.2.1.2. Kırılma indisi.....	13
3.2.2.2. Kimyasal analizler .....	13
3.2.2.2.1. Serbest yağ asitleri .....	13
3.2.2.2.2. Peroksit sayısı.....	13

3.2.2.2.3. İyot sayısı.....	13
3.2.2.2.4. Sabunlaşma sayısı.....	13
3.2.2.2.5. Sabunlaşmayan madde .....	13
3.2.3. Yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi .....	14
3.2.3.1. Esterleştirme.....	14
3.2.3.2. Gaz kromatografisi.....	14
4. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....	16
4.1. Susam Tohumunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	16
4.2. Tahinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	19
4.3. Susam ve Tahin Yağlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	23
4.4. Susam ve Tahin Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi .....	28
ÖZET .....	34
5. KAYNAKLAR.....	36

## ÇİZELGE LİSTESİ

4.1. Susam Tohumunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	17
4.2. Susam Tohumunda Mineral Madde Miktarı.....	20
4.3. Tahinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	22
4.4. Tahinde Mineral Madde Miktarı.....	23
4.5. Susam Yağının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	25
4.6. Tahin Yağının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	26
4.7. Susam Yağının Yağ Asitleri Bileşimi.....	29
4.8. Tahin Yağının Yağ Asitleri Bileşimi.....	30





## ŞEKİL LİSTESİ

- 1.1. Tahin üretiminde akış şeması .....5
- 4.1. Susam yağının (Seydişehir-Konya) yağ asitleri bileşimi: 1. palmitik,  
2. stearik, 3. oleik, 4. linoleik, 5. linolenik. ....31
- 4.2. Tahin yağının (C örneği) yağ asitleri bileşimi: 1. palmitik, 2. oleik, .....  
3. linoleik, 4. linolenik, 5. araşidik. ....32



## 1. GİRİŞ

Susam (*Sesamum indicum* L., Pedaliaceae), tropik ve subtropik iklim kuşakları ile sıcaklık toplamı elverişli (2700-3500 °C) olan mikroklima bölgelerde yetiştirilebilen, dik büyüyen, çeşit ve yetiştiği iklim şartları ile toprak karakterine bağlı olarak boyu 80-180 cm arasında değişen, yıllık, otsu bir bitkidir. Çok sayıda yabani veya kültüre alınmış varyete bulunur.

"Sesamum" kelimesi, Hippocrates tarafından Arapça'dan alınmıştır. Susamın, çok eski zamanlarda -yaklaşık MÖ 1000 yıl önce- Firavunun kızı tarafından Nil vadisindeki kamışlar arasında bulunduğu rivayet edilmekteyse de, kökeni hakkında değişik görüşler mevcuttur. Asya ve Afrika, susamın kaynağı olarak gösterilmektedir; fakat, buna ait deliller kesin değildir. Çok eski zamanlardan beri Hindistan ve Sudan'da susam ekildiği, susam tarımının Avrupa'ya geçişi ve yağ sanayiinde kullanılmaya başlamasının 1840'lı yıllara rastladığı bilinmektedir. Halen dünyada susam tarımı başlıca olarak Hindistan, Çin, Birmanya, Endonezya, Tayland, Vietnam, Türkiye, Yunanistan, Lübnan, Mısır, Tanzanya, Etiyopya, Sierra Leone, Kenya, Sudan, Uganda, Brezilya, Arjantin, Venezuela, Meksika ve Orta Amerika ülkelerinde yapılmaktadır (Can 1964).

Susam, Osmanlı Devleti'nin birçok bölgesinde üretilmekteydi. Tarımıyla ilgili ilk belge 1850 tarihli'dir. 1851'de Londra'da açılan uluslararası sergiye gönderilmek üzere susamın da dahil edildiği tohumların isim listesi, Ekim 1850 tarihli Ceride-i Havâdis gazetesinde yayımlanmıştır. Birçok eski uygarlığa sahne olan Anadolu'da susam tarımının başlangıç tarihini kesin olarak vermek mümkün değilse de, çok eski bir geçmişe sahip olduğu söylenebilir. Çünkü bütün araştırmacıların birleştikleri nokta, susamın ilk kültüre alınan yağ bitkisi olduğu ve çok eski zamandan beri Anadolu'dan Mezopotomya'ya akan Fırat nehri civarındaki ülkelerde tarımının yapıldığıdır. Susamın Akdeniz ve Kuzey Afrika'ya yayılmasında Anadolu önemli rol oynamıştır (İlisulu 1973).

Akdeniz ve Ege başta olmak üzere, Doğu Anadolu hariç, Türkiye'nin bütün bölgelerinde yetiştirilen susam vejetasyon süresinin kısalığı, birim fiyatının yük-

sekliği, üretim girdilerinin fazla olmaması ve her kültür bitkisiyle münavebeye girebilmesi nedeniyle, ana ürün tarımında olduğu kadar ikinci ürün tarımında da önemli yer tutmaktadır. Son yıllarda Akdeniz, Ege ve Güneydođu Anadolu Bölgelerinin sulanabilir tarım alanlarında ikinci ürün olarak oldukça yaygınlaşmıştır. Ayçiçeği, mısır, pamuk ve yerfıstığıyla karışık tarımı yapılabilir. Akdeniz ve Ege Bölgelerinde tahıl, Güneydođu Anadolu'da ise mercimek ve tahıl hasadından sonra ekilmektedir. Tohum verimi ülke genelinde 50-70 kg/da arasında değişmekle birlikte, bazı kültürel önlemlerle 100 kg'ın üzerine çıkabileceği tespit edilmiştir (Karabinalı 1990). Sıcaklık toplamı fazla olan yerlerde tohum verimi ve yağ oranı artmaktadır (İlisulu 1973).

Türkiye'de susam ekim alanı, tohum üretimi ve verimiyle ilgili resmî veriler sırasıyla 1980 için 45 000 ha, 26 000 ton ve 578 kg/ha, 1990 için 85 000 ha, 39 000 ton ve 459 kg/ha'dır. Bu 10 yıllık zaman diliminde en yüksek değerler; yine aynı sırayla 108 000 ha, 45 000 ton ve 633 kg/ha olarak vurgulanabilir (Anonymous 1992).

Türkiye'nin susam tohumu ithalatı 1988'de 7117 ton ve 1989'da 9975 ton, ihracatı 1988'de 2075 ton ve 1989'da 723 tondur. Susam yağında ise (1988), ithalat 1100 ton ve ihracat 200 ton olarak bildirilmiştir (Anonymous 1990b).

Susamın 1.5-2.0 mm genişlikte ve 4 mm kadar uzunlukta olan tohumları kullanılır. Renk, çeşide göre beyaz, sarı, kahverengi, kırmızı veya siyahtır (İlisulu 1973). Susam tohumu, en yüksek yağ içeriğine sahip (%40-60) yağ hammaddelerinden biridir (Yazıcıoğlu ve Karaali 1983). Bu yağ, dünyanın büyük bölümünde susam yağı veya "ince yağ" olarak tanınır (Can 1964). Susam, tohum olarak (baharat) veya tohumlarından elde edilen çeşitli ürünler (yağ, protein, tahin) halinde de kullanılmaktadır. Tohumlar protein, yağ, bazı mineral ve vitaminlerce zengindir (Demir 1962). Proteini ise esansiyel amino asitlerce zengindir (Prakash ve Nandi 1978). Susam yağının yaklaşık %80'ini doymamış yağ asitleri (oleik, linoleik) oluşturur (Sawaya ve ark. 1985).

Öte yandan, susam tohumu, unlu ürünlerde (simit, ekmek, pide, bisküvi, pasta, börek vs.) ve şekerlemelerde tüm olarak kullanılan çok önemli bir baharat ve süs-

leme materyalidir. Susam, tahin üretiminde kullanılabilen yegâne hammaddedir. Ayçiçeği gibi benzer materyalden tahin üretimi susamın yerini tutmamıştır (Damir 1984).

Endüstride susam yağı üretimi için tohumlar temizlenir, kavrulur ve ezilir. Kavurma önemli bir işlemdir. Çünkü susam yağının kalitesi kavurma şartlarından etkilenir. Çok yüksek kavurma sıcaklığı yağ kalitesini düşürmektedir (Yen ve Shyu 1989). Kavrulmuş susam, presyon işlemine tâbi tutulur. Rafinasyon işlemlerinin kontrollü bir şekilde uygulanmasından sonra kaliteli susam yağı elde edilmektedir (Karaali 1981). Bazı yöre ve ülkelerde, susam yağı rafine edilmeden de kullanılabilir.

Susam yağı, diğer birçok bitkisel yağdan daha dayanıklıdır; uzun süre bozulmadan kalabilir. Özellikle Hindistan'da çok eski zamanlardan beri yemeklik yağ olarak geniş miktarda kullanılmaktadır (Can 1964). Susam yağının besin değeri üzerinde yapılan çeşitli araştırmalar, diğer bitkisel yağlar gibi, beslenme değerinin üstün olduğunu göstermiştir. Yağının mükemmel kalitesinden dolayı susam "yağlı tohumların kraliçesi" olarak bilinir (Weiss 1983). Yalnız, diğer bitkisel yağlara göre A ve B vitaminlerince fakirdir (İlisulu 1973). Buna karşılık, içerdiği doğal antioksidan bileşiklerden (sesamol, sesamolin, sesamin) dolayı, susam yağının stabilitesi yüksektir (Fukuda ve ark. 1985, Fukuda ve ark. 1986a).

Susam yağı Avrupa'da parfümeride çiçek kokularını elde etmede (anflöraj, maserasyon), ayrıca ilaç, kozmetik ve tuvalet ürünlerinde kullanılır. Tohum veya yağın hemen hepsi diğer kıtalardan ithal edilir (Demir 1962, Can 1964).

Yüksek talepten dolayı susam yağının uluslararası ticareti azdır. Değerinin yüksek olması ve beğenilmesinden dolayı susam yağı genellikle yarfıstığı, kolza, çiğit gibi daha ucuz olanlarla karıştırılır. Hindistan'da yarfıstığı ve aspir, Pakistan'da hardal yağıyla birlikte tüketilir (Weiss 1983).

"Tahin" susam tohumlarının kabukları ayrıldıktan ve fırında kurutulup kavrulduktan sonra değirmende öğütülmesiyle elde edilen bir üründür (Anonymous 1977). Doğrudan doğruya, kabuğu soyulmuş ve kavrulmuş susamın öğü-

tülmüşünden (ezme) ibaret olan tahin, Türkiye'de şeker, bal veya pekmeze karıştırılarak yaygın şekilde tüketilir; ayrıca yöresel mutfaklarda değişik kullanımlara rastlanır.

Susamdan tahin üretiminde ana aşamalar aşağıdaki gibidir. (Üretim akış şeması Şekil 1.1.'dedir.):

a- Temizleme: Tohumla birlikte bulunan her türlü organik ve inorganik yabancı madde, elenerek veya tuzlu suda (salamura) tutularak uzaklaştırılır.

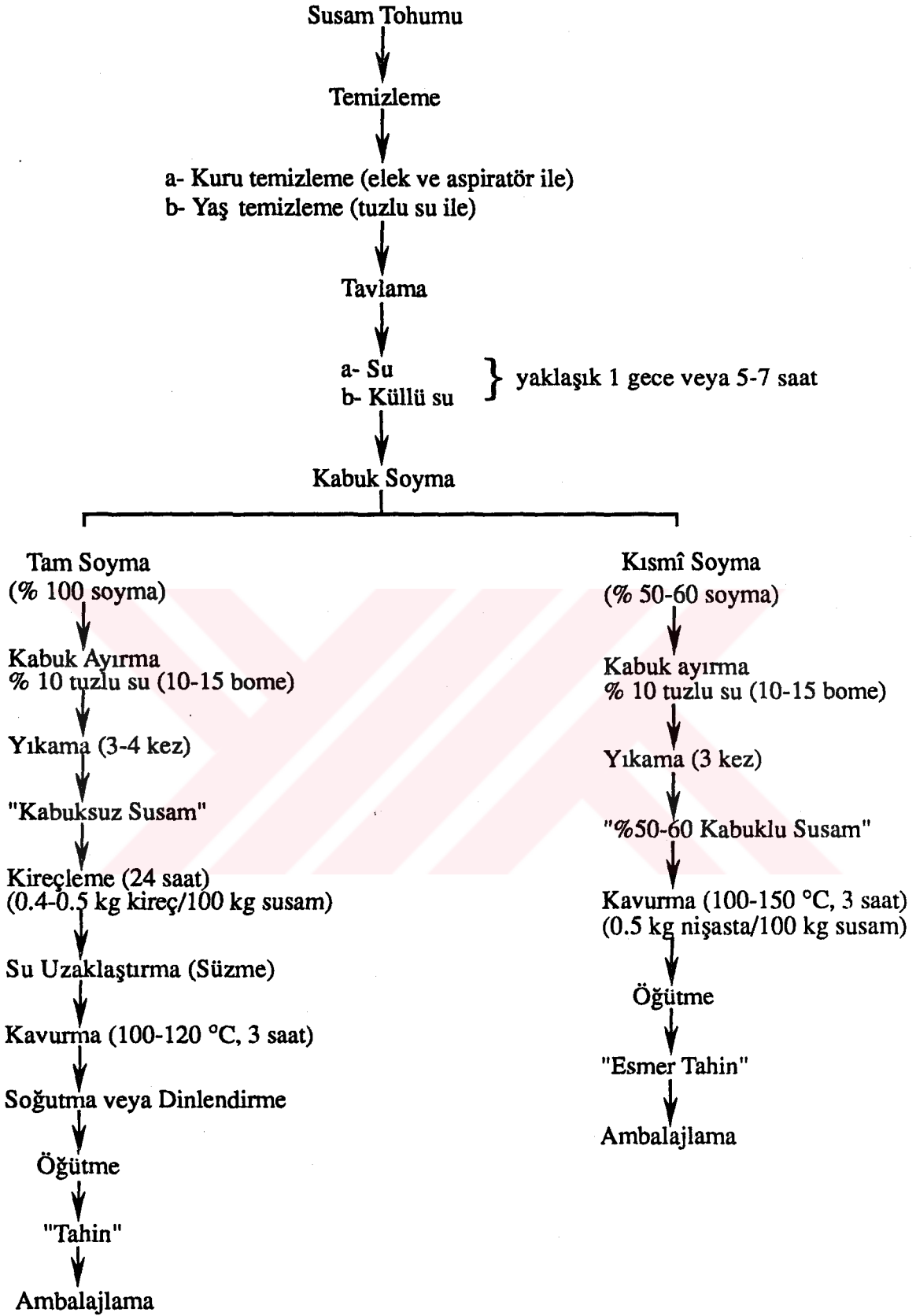
b- Kabuk Soyma: Kabuklar soyulup ayrılmadığı zaman, kırmızımsıtrak renkte tahin elde edilir. İnce olan tohum kabuklarının kolay ayrılması için, tohumlar su içinde 5-7 saat bekletilir. Sonra, süzülen tohumlara %4 kum karıştırılarak paletli düzenekte çarpma etkisiyle kabuklar soyulur (Uluöz ve ark. 1975).

c- Kabuk Ayırma: Soyulmuş kabukla karışık tohumlar tuzlu suda tutulur. Ağır olan kabuklar dipte kalır, üst kısımda biriken susam içleri (bademcik) alınır. Sonra, yıkanarak tuz giderilir; zira helva üretiminde veya diğer tüketimlerde kullanılacak tahinde tuz bulunmaması gerekir.

ç- Kavurma: Tohum içinin kolay öğütülebilmesi ve tahinin özgün lezzeti kazanabilmesi için yapılır. Bu işlem, çift cidarlı kazanlarda dolaylı ısıtma ile veya fırınlarda doğrudan ısıtma ile yapılır. Süre 2.5-3 saattir. Genellikle, fazla yüksek sıcaklık istenmez; 100-150 °C yeterlidir. Kavurma, sürekli karıştırılarak yapılmalıdır.

d- Öğütme: Kavurmadan sonra soğutulan susamlar, elekten geçirilip taş değirmenlerde ezilirler. Tohum içleri çok fazla yağ içerdiği için, değirmenden çıkan ürün akışkan macun halindedir ve "tahin" adını alır (Yazıcıoğlu 1945).

Tahinin büyük bir kısmı "tahin helvası" üretiminde kullanılır. Konya ili, en önemli üretim yoğunluğuna sahip merkezlerdendir. Bu tatlı, Türkiye'de çok eski ve yaygın tüketilen bir gıda maddesidir. Temel bileşenlerine, değişik lezzet katkı maddeleri (vanilya, kakao, kuruyemiş vb) eklenerek de üretilebilen tahin helvasının enerji ve besin değeri yüksektir.



Şekil 1.1. Tahin üretiminde akış şeması

Tahin helvası üretim teknolojisi son zamanlarda gelişmiştir. Ancak, geleneksel sistemlerde hâlâ kişisel deneyimler ve ustalık sözkonusudur. Bazı Ortadoğu ülkelerinde, ileri Batı teknolojisinin yardımıyla, tahin helvası üreten modern gıda tesisleri kurulmaktadır (Örenli 1976). Balkanlar, Ortadoğu ve Kafkaslarda da tahin helvası üretilir / tüketilir; diğer ülke ve kıtalara buralardan yayılmıştır.

Türkiye'de susam, bugüne dek önemli bir yağ hammaddesi olamamıştır. Yüksek yağ içeriğine karşın, birim alandan tohum verimi diğer ürünlere göre düşüktür. Tohumun başka kullanım alanlarında daha değerli bir materyal teşkil etmesi, yağ üretiminde kullanılmasını ekonomik kılmamaktadır. Ancak, susam tarımının geliştirilip yaygınlaştırılması, tohum ve diğer ürünlerinin artırılması, dolayısıyla tohum ithalatından kurtulunması gerekmektedir. Bu, birçok açıdan zorunlu görünmektedir. Çünkü, susamın tahin ve bağlantılı olarak tahin helvası üretiminde, ayrıca (baharat olarak) unlu ve/veya şekerli gıdalarda kullanımını Türkiye için vazgeçilemeyecek konumdadır. Susam ve yağından ilaç-kozmetik endüstrilerinde de yararlanılmaktadır. Tarımının ve işleme teknolojisinin ıslah edilmesi, susamdan yemeklik yağ olarak faydalanmayı da beraberinde getirecektir. Üstelik, susamın bir tarım bitkisi olarak avantajları da vardır: münavebeye uygunluk, bazı bitkilerle karışık tarım, ikinci ürün özelliği, kısa yetiştirme süresi, üretim girdilerinin fazla olmaması, yüksek birim fiyat gibi.

Bugüne dek susam, susam yağı ve tahini birlikte ele alan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, sözkonusu ürünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asitleri bileşimini incelemek ve gerekli temel verileri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Demir (1962), susamdan faydalanma, susamın ekonomik durumu ve bileşimi hakkında bilgi vermiş; Türkiye'nin çeşitli yerlerinden topladığı 76 susam örneğinin %45'ini kahverengi, %35'ini sarı, %12'sini beyaz, %7'sini koyu kahverengi ve %1-2'sini siyah tohumlu olarak belirlemiştir.

Can (1964), susamın sistematikteki yeri, kökeni, ekonomik önemi, yetiştiriciliği, tohum ve yağ veriminden söz etmiştir.

İlisulu (1973), çeşitli kaynaklara göre, susam tohumunun fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine bilgi vermiştir.

Nagaraj (1990), susamda yaprak hastalıklarının yağ verimini, yağın iyot sayısı ve sabunlaşma sayısını düşürdüğünü belirlemiştir.

Nwokolo (1987), sorgum, akdarı, susam ve soya tohumlarının genel bileşimi ile yağ asidi, mineral ve amino asit içeriklerini incelemiştir.

Christensen ve ark. (1968), susam tohumunun Ca, P, K, Na, Mg, Al, Ba, Fe, B, Cu, Zn ve Mn içeriklerini saptamışlardır.

Ladines ve Lontoc (1983) tarafından, susam tohumunda Na ve K miktarları tespit edilmiştir.

Prakash (1986), susam tohumunun yaklaşık %25, yağsızlaştırılmış ununun ise %50 protein içerdiğini belirtmiştir.

Prakash ve Nandi (1978), susam tohumunun temel protein fraksiyonu olan  $\alpha$ -globulini izole etmişler, protein ve amino asit bileşimlerinin çeşitli kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir.

Sudhir-Singh ve Khanna (1988), susam proteinin fraksiyonlara ayrılması ve tanınması üzerine çalışmış, birkaç ekstraksiyonla toplam proteinin %76.9'unu ayırmışlardır. Bunun %51.7'sinin globulin, %11.1'inin glutelin, %10.5'unun albumin ve %3.6'sının da prolamin olduğu saptanmıştır.



Kavrulmuş kırmızı susam tohumlarının uçucu aroma bileşenleri, GK-KS (gaz kromatografisi - kütle spektroskopisi) ile tayin edilmiştir (El-Sawy ve ark. 1988).

Gupta (1990), HT-1 susam çeşidinde kapsül oluşumunun başlangıcından sonra 7 gün arayla 56 gün boyunca alınan tohumlarda nem miktarının periyot boyunca azaldığını, uç kapsüllerde en yüksek seviyede olduğunu belirlemiştir.

Abou-El-Khier ve ark. (1987), susam tohumu ve ürünlerinin kalitesi üzerine kabuk soyma metotlarının etkisini incelemiştir.

Susam tohumundan kabuk çıkartmak için iki yöntem geliştirilmiş ve her iki tekniğin de kullanılabilirliği bildirilmiştir (Moharram ve ark. 1990).

Yen ve Shyu (1988) kabuğu soyulmamış susamlara uygulanan çeşitli işlemlerin yağın toplam klorofil ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) içeriğinde önemli bir farklılığa yol açmadığını, kabuğu soyulmuş susamlarda ise toplam klorofil içeriğinin %50 oranında azaldığını, kabuğu kısmen soyulmuş ve çift preslenmiş susamlardan elde edilen yağlarda toplam klorofil içeriklerinin birbirine çok yakın bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Yen (1990), tohum kavurmanın (180-260 °C) susam yağının asit sayısı, iyot sayısı, sabunlaşma sayısı ve kırılma indisi gibi özelliklerinde farklılığa yol açmadığını, kavurma sıcaklığının artmasıyla yağın renk ve toplam polar içeriğinin nispeten arttığını gözlemiştir. Kavurma sıcaklığının artması, toplam klorofil içeriğini azaltmıştır. 180, 200, 220, 240 ve 260 °C'da kavurmadan sonra elde edilen yağlarda toplam klorofil içeriği sırasıyla %76.2, 70.1, 34.9, 16.7 ve 0.2 olarak bulunmuştur.

Yazıcıoğlu (1945), susam yağı ve tahin üretimi hakkında bilgi vermiştir. Türkiye'de o tarihlerde, susam tohumunun %10'unun tahin, %90'ının yağ üretiminde kullanıldığını bildirmiştir.

Çeşitli yazarlar, susam yağının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asitleri bileşimi hakkında bilgi vermişlerdir (Hilditch 1956, Aksu 1971, Sengupta ve Roychoudhury 1976, Hwang ve Ko 1982, Nagaraj 1990).

Yen ve ark. (1986), ticarî susam yağlarının bileşimini ve yağın kalitesi üzerine kavurmanın etkisini incelemişler; iyot sayısı ve sabunlaşma sayısı ile renk ve yağ asitleri bileşimlerindeki değişimleri belirlemişlerdir.

Hindistan'da, 14 yeni susam çeşidinde yağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asitleri bileşimi tespit edilmiştir (Daxa Amin ve Kothari 1989).

Susamın soğukta yapılan 1. ve 2. presyon yağları renk, görünüş, tat ve koku yönünden kaliteli yemeklik yağlardır. Sıcakta yapılan 3. presyon yağı ise, ancak sabun ve kozmetik ürünlerinde kullanılır. Susam yağında başlıca yağ asitleri doymamış olan oleik ve linoleiktir; daha az olarak araşidik ve miristik asitler bulunur. Yağın %4'ünü oluşturan doymuşlardan ise palmitik ve stearik asitler önemlidir (Keskin 1981).

Kamla-Devi ve ark. (1984), Anantapur (Hindistan) çevresinde yetişen tohumların yağlarında yağ asitleri bileşimini GK ile saptamışlardır.

Oudraogo ve Bezard (1981), susam yağının gliserit yapısını incelemişler ve trigliseritlerin 40 izomerinin varlığını tespit etmişlerdir.

Susam yağının fazla miktarda sabunlaşmayan madde içerdiği (%1-2), sabunlaşmayan fraksiyona fitosterol ile diğer yağlarda bulunmayan sesamol gibi bileşiklerin dahil olduğu bildirilmiştir (Weiss 1983).

Choi ve ark. (1984), susam tohumunun depolanması sırasında fosfolipit ve glisiditlerin yağ asitleri bileşimindeki değişimleri incelemişlerdir.

Tüm, kabuğu ayrılmış veya melas haline getirilmiş susam tohumlarının kavrulup preslenmesiyle çıkarılan yağlar rafine edilmiş, elde edilen yağ ve küspelerin depolanma özellikleri belirlenmiştir (Surendranath ve ark. 1985).

Yen ve ark. (1986), optimum işleme şartları elde etmek ve susam yağının kalite değerini artırmak için ticarî susam yağlarının bileşimini ve çeşitli yağ fabrikalarının işlem şartlarını, geleneksel yöntemde susam yağının kalitesi üzerine kavurma ve pişirme şartlarının etkisini incelemişlerdir.

Soya ve susam yağlarının oksidatif stabiliteleri, 10 hafta süreyle, oda sıcaklığında ve 60 °C sıcaklığa ayarlanmış etüvde değerlendirilmiştir (Yen ve Shyu 1989).

Elobeid ve Rosie (1983), Sudan'dan 6 susam tohumu örneğinin yağlarında YBSK (yüksek basınçlı sıvı kromatografisi) tekniğiyle % iz-0.007 sesamol, % 0.14-0.48 sesamolin, % 0.32-0.59 sesamin saptamışlardır.

Fukuda ve ark. (1986b), kavrulmamış tohumdan elde edilen rafine susam yağında bir lignan bileşik olan P3'ün (sesaminol) sesamolinden meydana geldiğini belirlemişlerdir. Ticari yağlarda 100 mg/100g bulunan bu bileşiğin sesamol ve  $\gamma$ - tokoferol kadar antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir.

Kavrulmuş veya kavrulmamış iki çeşit susam tohumundan alınan yağlarda, antioksidanların değişimi ve antioksidan ön maddesi olan sesamolin araştırılmıştır (Fukuda 1987).

Fukuda ve Namiki (1988), ham, alkaliyle rafine edilmiş, sıcak suyla yıkanmış, ağartılmış ve kokusu giderilmiş susam yağlarında doğal antioksidanların miktarını tespit etmişlerdir.

Yen ve Shyu (1988), susam tohumu ve yağına uygulanan çeşitli işlemlerin (kabuk soyma, öğütme, kavurma, yağ depolama) yağ verimi, yağın kalitesi ve bileşenlerine etkisini araştırmışlardır. Kabuğu tamamen soyulmuş susamdan elde edilen yağda sesamol içeriği en yüksek (0.370 mg/g), kavrulmamış susam yağında en düşüktür (0.242 mg/g). Sesamolin içeriği kavrulmamış susam yağında en yüksek (4.98 mg/g), ticarî susam yağında en düşüktür (4.16 mg/g). Toplam tokoferol içeriği kabuğu soyulmuş, kabuğu kısmen soyulmuş ve çift preslenmiş susam yağlarında sırasıyla 0.767 mg/g, 0.730 mg/g ve 0.719 mg/g olarak tespit edilmiştir. Kavrulmamış susam yağında bu değer daha düşüktür (0.535 mg/kg).

Fukuda ve ark. (1988) tarafından, 14 yerli (Japon) susam çeşidinde sesamolin ve lignan antioksidanları incelenmiş ve 4 çeşidin yağında sesamolin yüksek bu-

lunmuştur.

Hirose ve ark. (1991), susam yağındaki lignan bileşik sesaminin sıçanlarda kolesterol metabolizmasına etkisini incelemiştir.

Balık yağına %2'ye kadar eklenen sesamolinin, peroksit sayısı tayinine dayanarak, tokoferolden daha güçlü antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir (Saito ve Nakamura 1990).

Örenli (1976), tahin üretimi ve bileşimi hakkında bilgi vermiştir.

Kabuğu soyulmuş ve kavrulmuş susam tohumlarından elde edilen tahinin genel analizleri yapılmış; mineraller, yağ asitleri ve amino asitler belirlenmiştir (Sawaya ve ark. 1985).

Lindner ve Kinsella (1991), tahinin hidrasyonunda (su ilavesi) meydana gelen fiziksel değişimleri araştırmışlardır.

Tahin helvası üretiminde kullanılan asıl ve yardımcı maddelerle ilgili olarak, tahin ve susam yağlarının özellikleri ve yağ asitleri bileşimleri hakkında bilgi verilmiştir (Uluöz ve ark. 1975, Anonymous 1988).

Tahin helvasının tarihçesi, yapılışı, ekonomisi, bileşimi ve beslenmedeki yeri üzerinde durulmuştur (Örenli 1976, Birer 1985).

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Toplam 16 susam tohumu örneği kullanılmıştır. Örneklerden 3'ü Meksika, Venezuela ve Uganda'dan ithal edilmiş, 6'sı Konya'da tahin üreten işletmelerden sağlanmış (Ceyhan-Adana, Antalya, Gaziantep, Mut-İçel, Malatya II, Siverek-Şanlıurfa), 7'si ise değişik coğrafi yörelerden (Karaisalı-Adana, Balıkesir, Anamur-İçel, Silifke-İçel, Seydişehir-Konya, Malatya I, Tekirdağ) temin edilmiş tohumlardır. Örneklerden 3'ü açık sarı, 7'si sarı, 4'ü kahverengi ve 2'si koyu kahverengidir.

Araştırmada 11 tahin örneği ele alınmıştır. Örneklerden 2'si Konya ili dışındaki işletmelerden, 9'u Konya'daki fabrika ve imalathanelerden alınmıştır. Örneklerden 5'i, araştırmada kullanılan aynı tohumlardan (Antalya, Ceyhan-Adana, Gaziantep, Şanlıurfa, Uganda) kaynaklanmış ürünlerdir.

İncelenen susam yağları, yaklaşık 1-2 kg tohum kapasiteli ve bu çalışma için özel olarak yaptırılmış hidrolik presle elde edilmiştir (Anonymous 1987). Tahin yağları ise, Soxhlet yöntemiyle alınmıştır (Anonymous 1971).

#### 3.2. Metod

##### 3.2.1. Tohum ve tahin analizleri

**3.2.1.1. Bin tane ağırlığı:** Tohumda belirlenmiştir (Özkaya ve Kahveci, 1990).

**3.2.1.2. Su:**  $105 \pm 2$  °C'a ayarlanabilen etüvde yaklaşık 3 saat süreyle tutularak saptanmıştır (Elgün ve Certel 1987).

**3.2.1.3. Kül:**  $750 \pm 25$  °C sıcaklığa ayarlanabilen kül fırınında tespit edilmiştir (Anonymous 1975a).

**3.2.1.4. Ham protein:** Tayin, Kjeldahl metoduyla yapılmıştır (Elgün ve Certel 1987).

**3.2.1.5. Ham yağ:** Tohum ve tahinde, Soxhlet yöntemiyle saptanmıştır (Doğan ve Başoğlu 1985).

**3.2.1.6. Ham selüloz:** Weender yöntemine göre tayin edilmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990).

**3.2.1.7. Tuz:** TS 1333'e göre belirlenmiştir (Anonymous 1974a).

**3.2.1.8. Mineraller:** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile yağ yakma metodu uygulanmıştır (Bayraklı 1986). Potasyum(K) ve Sodyum(Na) Jenway PFP 7 Flame Photometer; fosfor (P), Shimadzu UV-160 A UY-Visible Recording Spectrophotometer; bakır(Cu), demir(Fe), mangan(Mn) ve çinko(Zn) ise GBC 902 Double Beam Atomic Absorption Spectrophotometer ile saptanmıştır.

### **3.2.2. Yağ analizleri**

#### **3.2.2.1. Fiziksel analizler**

**3.2.2.1.1. Nispî yoğunluk:** 20 °C'da, belirli hacimdeki yağın ağırlığının aynı hacimdeki saf suyun ağırlığına oranı olarak belirlenmiştir (Anonymous 1973).

**3.2.2.1.2. Kırılma indisi:** 20 ± 2 °C'a ayarlanabilen Abbé Refraktometresi ile tespit edilmiştir (Anonymous 1975c).

#### **3.2.2.2. Kimyasal analizler**

**3.2.2.2.1. Serbest yağ asitleri:** 1 g yağın nötrleştirilmesi için gerekli olan potasyum hidroksitin mg olarak ağırlığı esasına göre, % olarak oleik asit cinsinden saptanmıştır (Doğan ve Başoğlu 1985).

**3.2.2.2.2. Peroksit sayısı:** Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin miliekivalan gram olarak miktarı esasına göre tayin edilmiştir (Anonymous 1973).

**3.2.2.2.3. İyot sayısı:** Wijs yöntemi kullanılmıştır (Doğan ve Başoğlu 1985).

**3.2.2.2.4. Sabunlaşma sayısı:** 1 g yağın sabunlaşması için gerekli olan potasyum hidroksitin mg olarak ağırlığı esasına göre tespit edilmiştir (Anonymous 1975c).

**3.2.2.2.5. Sabunlaşmayan madde:** Yağda ve yağ çözücülerinde çözünen, buna kar-

sılık kostik alkalilerle sabunlaşmayan bu maddeler, ilgili standartta verilen metoda göre tayin edilmiştir (Anonymous 1975c).

Buraya kadar adı geçen tüm analizler 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

### 3.2.3. Yağ asitleri bileşimlerinin belirlenmesi

**3.2.3.1. Esterleştirme:** Küçük bir şilifli balona 0.15 g yağ örneği tartılmış, üzerine 4 ml %2'lik metanolik NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. İçine kaynama taşı atılan balon, geri soğutucuya bağlanmış ve kaynayan su banyosu üzerinde 10 dakika kadar tutularak sabunlaşma sağlanmıştır. Soğutucunun üzerinden 5 ml BF<sub>3</sub> -metanol çözeltisi eklendikten sonra 2 dakika daha kaynamaya bırakılmıştır. Yine, soğutucu üzerinden 2 ml n-heptan akıtılarak 1 dakika daha kaynatılmıştır. Su banyosundan alınarak soğutulmuş balona 3-4 ml doymuş NaCl çözeltisi ilave edilmiş ve balon birkaç kez çalkalanmıştır. Sonra balon içeriği, 150 ml'lik ayırma hunisine aktarılmış ve fazların iyice ayrılması beklenmiştir. Alta çöken tuzlu faz atılmış, üstte kalan kısım küçük bir kapaklı şişeye aktarılmış ve ağzı kapatılmıştır (Anonymous 1990a).

**3.2.3.2. Gaz kromatografisi:** Çalışma şartları aşağıdaki gibidir.

Alet	: Varian 3700 gaz kromatografı
Sabit faz	: % 10 DEGS (Diethylene Glycol Succinate )+ %1 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Destek madde	: Chromosorb W-AW 80/100 mesh
Kolon	: Paslanmaz çelik (ss), 2m, 1/8 inç.
Dedektör	: FID (Flame Ionization Detector)
<b>Sıcaklıklar</b>	
Kolon	: 190 °C
Enjeksiyon	: 200 °C
Dedektör	: 200 °C

**Akış hızları****Taşıyıcı gaz (N<sub>2</sub>) : 25 ml/dak.****Yanıcı gaz (H<sub>2</sub>) : 50 ml/dak.****Kuru hava : 250 ml/dak.****Yazıcı/Entegratör : Shimadzu C-R6A Chromatopac****Enjeksiyon miktarı: : 0.4 µl****Kağıt hızı : 5 mm/dak.**

Standart referans maddeler olan yağ asitlerinin metil esterleri ile esterleştirilmiş yağ örnekleri yukarıdaki şartlar altında alete enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin nitel teşhisleri göreceli alıkonma zamanları kıyaslanarak yapılmış, yüzde miktarları ise entegratör çıktılarının düzeltilmiş verilerinden tespit edilmiştir (Anonymous 1990a).



## 4. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Susam Tohumunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Bin tane ağırlığı yerli örneklerde 2.57-4.11 g arasında, ithallerde 2.17-3.05 g arasındadır. En düşük değer (2.17g) Uganda, en yüksek değer (4.11 g) Tekirdağ örneğinde tespit edilmiştir. Yerli susam tohumunda bin tane ağırlığının 2.2-3.5 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Yazıcıoğlu 1945). Diğer tohumlarda olduğu gibi, susamda bin tane ağırlığı, başta çeşit olmak üzere çevre ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak farklı değerler gösterebilmektedir. Yerli örneklerimizin genel olarak daha fazla bin tane ağırlığına sahip olduğu söylenebilir.

Su içeriği yerli tohumlarda % 3.20-4.31, ithallerde % 3.16-4.47 arasındadır. En yüksek değer (%4.67) Uganda, en düşük değer (% 3.16) Venezuela örneğinde bulunmuştur. Yerli susam tohumlarında su % 3.80-4.86 arasında tespit edilmiştir (Demir 1962). Yazıcıoğlu (1945) tarafından bu değer % 4.1-4.6 arasında bildirilmiştir. Yen ve ark.'a (1986) göre, susam tohumlarının su içeriği %6.8'dir. Baysal ve ark. (1988), tohumların %5.5 su içerdiğini bildirmişlerdir. Daxa Amin ve Kothari (1989) tarafından susam tohumundaki su oranı % 3.41-5.13 arasında tespit edilmiştir. Tohumlarda su miktarının yetiştirme, hasat, ambalaj ve depolama şartlarına bağlı olduğu bilinmektedir. Örneklerimiz, literatür değerleriyle kıyaslandığında daha düşük su içermektedir.

Yerli susam tohumlarında kül miktarı %3.67 (Balıkesir) ve % 5.39 (Gaziantep) arasındadır. İthal tohumlarda ise % 4.96 (Uganda) ve % 5.32 (Meksika)'dir. Türkiye'de yetiştirilen susam tohumlarında kül içeriği % 2.60-4.10 arasında bildirilmiştir (Yazıcıoğlu 1945). Yen ve ark. (1986), susam tohumunun kül içeriğini %5.2 olarak belirlemişlerdir. Baysal ve ark. (1988), tohumların % 5.3 kül içerdiğini bildirmişlerdir. Örnekler arasında fazla bir farklılık görülmemektedir. Bulgularımız literatür verilerine uymaktadır. Kül içeriği yüksek olan susamların mineral madde içerikleri de yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.2). Tohumların kül içeriğini birçok

Çizelge 4.1. Susam Tohumunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri <sup>a</sup>

Örnek	Bin Tane Ağ. (g)	Su (%)	Kül (%)	Ham Pro- <sup>b</sup> tein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Selüloz (%)
<b>Yerli</b>						
Adana (Ceyhan)	2.86	4.07	4.32	18.85	57.80	5.10
Adana (Karaisalı)	2.74	3.48	4.00	17.78	55.80	3.84
Antalya	3.20	3.36	4.47	18.74	60.10	4.30
Balıkesir	2.88	3.36	3.67	17.19	60.00	3.83
Gaziantep	3.46	3.20	5.39	22.07	56.90	5.40
İçel (Anamur)	3.30	3.36	4.22	16.44	55.65	4.33
İçel (Mut)	3.05	3.75	4.08	19.34	59.70	3.30
İçel (Silifke)	3.07	3.57	4.46	16.93	52.00	4.40
Konya (Seydişehir)	2.57	4.15	4.20	20.64	57.20	4.10
Malatya(I)	3.21	3.98	3.94	19.07	61.00	5.40
Malatya(II)	2.96	3.80	4.71	21.53	58.90	3.10
Şanlıurfa	3.37	3.28	5.37	20.10	58.20	5.00
Tekirdağ	4.11	4.31	5.33	19.71	58.70	3.50
<b>İthal</b>						
Meksika	3.05	4.49	5.32	21.38	53.30	3.80
Uganda	2.17	4.67	4.96	18.18	55.50	4.80
Venezuela	2.38	3.16	5.09	19.89	54.70	2.90
En Düşük	2.17	3.16	3.67	16.44	52.00	2.90
En Yüksek	4.11	4.67	5.39	22.07	61.00	5.40
Ortalama	3.02	3.74	4.59	19.26	57.21	4.10

<sup>a</sup> Gösterilen bütün değerler, havada kuru materyal esaslıdır.

<sup>b</sup> N x 6.25

faktörün etkilediği, yetiştirme döneminde fazla su kullanımının kül miktarını ve dolayısıyla mineral madde içeriğini artırdığı bildirilmiştir (Kacar 1977).

Susam tohumunun ana bileşenlerinden biri olan protein, yerli susamlarda % 16.44

(Anamur-İçel) ve % 22.07 (Gaziantep) arasında, ithal tohumlarda ise % 18.18 (Uganda) ve % 21.38 (Meksika) arasındadır. Demir (1962), yerli susam tohumlarında protein miktarını % 19.95-24.12 arasında tespit etmiştir. Yazıcıoğlu (1945) tarafından bu değer % 18.30-20.70 arasında bildirilmiştir. Diğer bazı değerler Yen ve ark.'a (1986) göre % 23.30, Baysal ve ark.'a (1988) göre % 18.2, Daxa Amin ve Kothari'ye (1989) göre % 24.0-28.0'dir. Yerli ve ithal susam tohumlarının protein içeriğinde fazla bir farklılık görülmemektedir. Bulgularımızın, literatür verilerine göre düşük çıktığı söylenebilir. Yetiştirme şartları ve içsel faktörlerin etkisine bağlı olarak değişen protein miktarının, yağlı tohumlarda önemli bir kalite ölçütü olduğu bilinmektedir (Kacar 1977).

Susamın yağ içeriği yerli tohumlarda % 52.0 (Silifke-İçel) ve % 61.0 (Malatya (I)), ithallerde % 53.30 (Meksika) ve % 55.50 (Uganda) arasındadır. Demir (1962), yerli susamların % 53.89 - 62.05 arasında yağ içerdiğini saptamıştır. Yazıcıoğlu (1945), yerli susamların % 56.0-60.2 arasında yağ içerdiğini bildirmiştir. Diğer bazı değerler İlisulu'ya (1973) göre % 42.9, Baysal ve ark.'a (1988) göre % 53.4, Nagaraj'a (1990) göre % 48.8-49.1, Daxa Amin ve Kothari'ye (1989) göre % 33.18 - 42.34'dür. Yerli tohumların yağ miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Yetiştirme şartları ve yapısal faktörlerin etkisine bağlı olarak yağ miktarının değiştiği bildirilmiştir (Kacar 1977).

Yerli susam tohumlarında ham selüloz miktarı % 3.10 (Malatya(II)) ve %5.40 (Malatya(I)) arasındadır. İthal tohumlarda % 2.90 (Venezuela) ve % 4.80 (Uganda) arasında bulunmuştur. Yerli susam tohumlarında ham selüloz miktarının % 2.3-3.6 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yazıcıoğlu 1945). İlisulu'ya (1973) göre, ham selüloz miktarı % 6-12'dir. Diğer veriler % 4.8 (Weiss 1983) ve % 4.7 (Yen ve ark. 1986)'dir. Bulgularımız, literatür bildirişlerine uymaktadır. Diğer tohumlarda olduğu gibi, susamda ham selüloz miktarı, başta çeşit olmak üzere çevre ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Yerli susamlarda ham selüloz miktarının yüksek olduğu söylenebilir.

Susam tohumlarının mineral madde içeriği Çizelge 4.2'de verilmiştir. İn-

celenen mineral maddelerden Na % 0.07-0.16, K % 0.47-0.60, P % 0.85-1.30, Cu 15.58-20.45 ppm, Fe 65.20-85.95 ppm, Mn 16.61-22.66 ppm ve Zn 70.10-121.41 ppm değerleri arasındadır. Yerli susamlarda en düşük mineral madde içeriği % 0.07 Na (Karaisalı-Adana, Balıkesir, Malatya(I)), % 0.47 K (Tekirdağ), % 0.97 P (Malatya(I)), 15.58 ppm Cu (Seydişehir-Konya), 65.20 ppm Fe (Ceyhan-Adana), 16.61 ppm Mn (Silifke-İçel), 70.10 ppm Zn (Malatya(I))'dir. En yüksek mineral madde içeriği ise % 0.16 Na (Gaziantep), % 0.59 k (Siverek-Şanlıurfa), % 1.30 P (Antalya), 20.45 ppm Cu (Balıkesir), 85.95 ppm Fe ve 22.66 ppm Mn (Siverek-Şanlıurfa), 120.39 ppm Zn (Tekirdağ)'dur. İthal tohumlarda en düşük mineral madde içeriği % 0.07 Na (Venezuela), % 0.52 K (Meksika), % 0.85 P, 17.53 ppm Cu, 72.61 ppm Fe (Uganda), 17.94 ppm Mn (Venezuela), 73.27 ppm Zn (Meksika), en yüksek mineral madde içeriği ise % 0.10 Na (Uganda), % 0.60 K (Venezuela), % 1.30 P (Meksika), 19.48 ppm Cu (Meksika, Venezuela), 80.92 ppm Fe (Venezuela), 21.34 ppm Mn (Meksika), 121.41 ppm Zn (Venezuela)'dur. Christensen ve ark. (1968) tarafından yapılan çalışmada, susamın % 0.021-0.060 Na, % 0.30-0.50 K, % 0.64-1.0 P, 8.8-18.0 ppm Cu, 59.0-67.0 ppm Fe, 10.0-20.0 ppm Mn ve 95-110 ppm Zn içerdiği tespit edilmiştir. Baysal ve ark. (1988), susamın % 0.59 P ve 24 ppm Fe içerdiğini bildirmişlerdir. Yerli ve ithal susam tohumlarının mineral madde değerleri birbirine benzer, fakat sonuçlarımız literatür değerlerinden biraz daha yüksek çıkmıştır. Susamın özellikle P, Fe ve Zn açısından zengin bir kaynak olduğu görülmektedir.

#### 4.2. Tahinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Analiz sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir. En düşük ve en yüksek değerler şöyledir (%): 0.39-1.47 nem, 2.60-3.70 kül, 17.88-24.27 ham protein, 46.90-58.70 hâm yağ, 3.25-4.70 ham selüloz ve 0.22-0.69 tuz. Tahin standardında en az % 55 susam yağı, en çok % 1.5 nem, en az % 22 protein, en çok % 0.1 tuz, en çok % 3 kül, en çok % 2.4 ham selüloz olması gerektiği belirtilmektedir (Anonymous 1977). Sawaya ve ark. (1985), tahinde % 0.7 nem, % 24.7 ham protein, % 58.9 ham yağ, % 2.3 ham selüloz, % 3 kül tespit etmişlerdir. Lindner ve Kinsella (1991), tahinin % 59

Çizelge 4.2. Susam Tohumunda Mineral Madde Miktarı <sup>a</sup>

Örnek	Na (%)	K (%)	P (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
<b>Yerli</b>							
Adana (Ceyhan)	0.15	0.50	1.18	18.50	65.20	21.53	72.67
Adana (Karaisalı)	0.07	0.51	1.16	17.53	75.58	20.58	102.46
Antalya	0.10	0.57	1.30	18.50	81.51	21.34	94.71
Balıkesir	0.07	0.55	1.16	20.45	72.61	20.58	106.03
Gaziantep	0.16	0.58	1.26	19.48	81.88	21.90	119.14
İçel (Anamur)	0.08	0.54	1.04	19.48	74.10	19.64	115.81
İçel (Mut)	0.08	0.54	1.12	18.50	70.40	21.15	119.14
İçel (Silifke)	0.09	0.53	1.16	17.53	68.17	16.61	72.07
Konya (Seydişehir)	0.08	0.54	1.27	15.58	71.13	18.69	106.50
Malatya(I)	0.07	0.51	0.97	16.55	79.92	20.39	70.10
Malatya(II)	0.08	0.48	1.01	15.58	80.84	20.28	104.84
Şanlıurfa (Siverek)	0.14	0.59	1.26	17.53	85.95	22.66	104.76
Tekirdağ	0.12	0.47	1.22	20.45	80.02	20.58	120.39
<b>İthal</b>							
Meksika	0.09	0.52	1.30	19.48	75.58	21.34	73.27
Uganda	0.10	0.55	0.85	17.53	72.61	20.01	97.69
Venezuela	0.07	0.60	1.28	19.48	80.92	17.94	121.41
En Düşük	0.07	0.47	0.85	15.58	65.20	16.61	70.10
En Yüksek	0.16	0.60	1.30	20.45	85.95	22.66	121.41
Ortalama	0.09	0.53	1.15	18.25	76.02	20.32	100.06

<sup>a</sup> Gösterilen bütün değerler, havada kuru materyal esaslıdır.

yağ, % 25 ham protein, % 3.4 selüloz içerdiğini saptamışlardır.

Tahinlerde nem içeriği % 0.39 (I Örneği) ve % 1.47 (H Örneği) arasındadır. Bulgularımız, literatür değerlerine uygundur. Susama göre nem oranının oldukça

düşük seviyelerde çıktığı saptanmıştır. Su oranının düşük çıkması, susamın tahine işlenmesi sırasında 100-120 °C'da yaklaşık 3 saat süreyle kavrulmasından kaynaklanmaktadır.

Örneklerde kül içeriği % 2.60 (H Örneği) ve % 3.70 (Ç Örneği) arasında belirlenmiştir. Susama göre kül içeriği düşük çıkmıştır. Tahin örneklerinin genel olarak kül miktarının düşük çıkması, tahine işlenecek susamın kabuğunun tamamen soyularak ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Ç örneği hariç diğerleri literatür değerlerine benzerlik göstermektedir. Ç örneğinin yüksek kül miktarı içermesi, yaklaşık % 50-60 oranında kabuklu susamdan üretilmesindedir.

Bazı tahin örneklerinin protein içeriğinin susam tohumlarındakine göre biraz daha fazla bulunması, birim ağırlıktaki kabuksuz madde miktarının artmasına bağlanabilir. En fazla proteine (% 24.27) A tahininde rastlanmıştır. Fakat, ortalama ham protein oranı (% 20.30), literatür değerlerinin altında çıkmıştır. Susam tohumu örneklerinin 5'inden üretilmiş tahin örneklerinde protein miktarları tohumlardakilere göre daha yüksektir. Elde edilen sonuçlar, literatür verilerine yakın çıkmıştır.

Tahinde yağ, en düşük % 46.90 (A örneği), en yüksek % 58.70 (Ç örneği) olarak bulunmuştur. Tahinin yağ içeriği tohumunkine göre genel olarak düşüktür. Elde edilen yağ miktarları literatür verilerine uygundur. Tahin üretiminde tohuma uygulanan kabuk ayırma, yıkama, kavurma ve öğütme gibi işlemler yağ kaybına neden olmaktadır.

Tahinin ham selüloz içeriği % 3.25 (A, F, G örneği) ve % 4.7 (H örneği) arasındadır. Bulgularımız literatür değerlerinin biraz üstündedir; fakat, tohuma göre düşük çıkmıştır. Bunun, tahine işlenecek susamın kabuklarından tamamen ayrılmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Tahinde % 0.22-0.69 arasında tuz saptanmıştır. En düşük değer (% 0.22) G örneğinde, en yüksek değer (%0.69) D örneğinde belirlenmiştir. En düşük değer bile, literatür verilerinin üstünde tespit edilmiştir. Tuz oranının oldukça yüksek seviyelerde olması, üretimde kullanılan susamın kabuklarının ayrılması için tuzlu

Çizelge 4.3. Tahinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Örnek	Su (%)	Kül (%)	Ham Protein <sup>b</sup> (%)	Ham Yağ (%)	Ham Selüloz (%)	Tuz (%)
A	1.29	2.80	24.27	46.90	3.25	0.40
B	0.97	2.90	20.88	53.20	3.50	0.47
C	0.87	3.00	19.44	57.70	3.70	0.37
Ç	0.58	3.70	19.93	58.70	4.25	0.33
D	0.99	3.00	19.60	54.90	3.45	0.69
E	1.07	3.20	18.54	54.00	4.00	0.54
F	0.64	2.80	18.84	56.00	3.25	0.25
G	0.63	2.80	21.19	56.10	3.25	0.22
Ğ	0.58	2.90	17.88	58.30	4.05	0.30
H	1.47	2.60	21.31	56.80	4.70	0.29
I	0.39	2.90	21.47	55.40	3.45	0.32
En Düşük	0.39	2.60	17.88	46.90	3.25	0.22
En Yüksek	1.47	3.70	24.27	58.70	4.70	0.69
Ortalama	0.86	2.96	20.30	55.27	3.71	0.38

<sup>b</sup>N x 6.25

suyla (salamura) uzun süre işleme tâbi tutulması ve işlem sonrası susam yüzeyinde bulunan salamuranın temiz suyla iyi yıkanamamasından kaynaklanmaktadır.

Tahinin mineral madde içeriği Çizelge 4.4'te verilmiştir. İncelenen mineral-lerden Na % 0.17-0.27, K %0.24-0.53, P %0.75-1.40, Cu 13.55-20.45 ppm, Fe 52.02-80.92 ppm, Mn 14.34-21.90 ppm ve Zn 61.95-100.65 ppm arasındadır. Tahin örneklerindeki mineral maddelerden en düşük olanları % 0.17 Na (F örneği) % 0.24 K (Ğ örneği), % 0.75 P (E örneği), 13.55 ppm Cu, 52.02 ppm Fe ve 14.34 ppm Mn (F örneği), 61.95 ppm Zn (B örneği)'dur. En yüksek mineral madde içeren tahin örnekleri ise % 0.27 Na (Ğ örneği), % 0.53 K (D örneği), % 1.40 P ve 20.45 ppm Cu (Ç örneği), 80.92 ppm Fe (D örneği), 21.90 ppm Mn (Ç örneği), 100.65 ppm Zn (G örneği)'dur. Ortalama değer olarak, tohumla kıyaslandığında tahinin yüksek miktarlarda Na içerdiği gözlenmektedir. Buna, kabuk ayırmada kullanılan salamura



neden olmaktadır. Diğer mineral içerikleri ise benzer seviyelerde bulunmuştur. Tahin ve tohumda mineral miktarlarındaki farklılıklar, daha çok kabuğun ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Sawaya ve ark. (1985), tahinin ortalama % 0.25 Na, % 0.35 K, % 0.69 P, 19.6 ppm Cu, 71.9 ppm Fe, 14.6 ppm Mn 78.2 ppm Zn içerdiğini tespit etmişlerdir. Lindner ve Kinsella (1991), tahinin % 0.37 Na, % 0.29 K içerdiğini saptamışlardır. Baysal ve ark. (1988) tarafından, tahinin 90 ppm Fe içerdiği bildirilmiştir. İncelenen minerallerden P, Fe ve Zn miktarları, literatür verilerine göre biraz yüksektir.

Çizelge 4.4. Tahinde Mineral Madde Miktarı

Örnek	Na (%)	K (%)	P (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
A	0.26	0.30	1.31	19.48	74.10	20.96	70.29
B	0.26	0.36	1.30	20.45	75.58	18.13	61.95
C	0.26	0.32	1.13	17.53	75.54	19.45	100.63
Ç	0.22	0.51	1.40	20.45	80.02	21.90	97.73
D	0.26	0.53	1.04	17.53	80.92	21.34	77.44
E	0.23	0.48	0.75	16.14	65.43	17.25	68.50
F	0.17	0.37	1.09	13.55	52.02	14.34	64.33
G	0.24	0.33	1.02	14.50	60.61	15.04	100.65
Ğ	0.27	0.24	1.17	14.61	75.58	16.99	91.73
H	0.19	0.37	1.05	18.50	70.02	18.13	66.71
I	0.25	0.33	1.02	18.50	80.02	20.20	67.90
En Düşük	0.17	0.24	0.75	13.55	52.02	14.34	61.95
En Yüksek	0.27	0.53	1.40	20.45	80.92	21.90	100.65
Ortalama	0.23	0.37	1.11	17.38	71.80	18.52	78.89

### 4.3. Susam ve Tahin Yağlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yağların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilgili sonuçlar, tohum ve tahin sırasıyla Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Susam yağları presyonla, tahin yağları



ekstraksiyonla elde edilmiştir.

Nispî yoğunluk susam yağında 0.9175-0.9223, tahin yağında 0.9221-0.9155 değerleri arasındadır. Yerli susam yağlarında nispî yoğunluk 0.9175 (Gaziantep) ve 0.9214 (Anamur-İçel) arasındadır. İthal tohum yağlarında ise en düşük 0.9211 (Uganda) ve en yüksek 0.9223 (Venezuela)'dur. Tahin yağlarında ise nispî yoğunluk 0.9122 (I örneği) ve 0.9155 (E örneği) arasında bulunmuştur. Tahin yağının, susam yağından daha hafif olduğu görülmektedir. Bu durum, presyonla elde olunan yağların lipit olmayan bileşenlerce daha zengin olmalarından, ekstraksiyon yağında ise yağdan daha hafif olan çözgen kalıntısı bulunması ihtimalinden kaynaklanabilir. Yerli susam yağları ile ithal tohum yağlarının nispî yoğunlukları birbirine benzerdir. Yazıcıoğlu (1945), yerli susam yağlarının nispî yoğunluğunu 0.9191-0.9123 arasında bildirmiştir. Bu değer, Weiss'e (1983) göre 0.914-0.922-0.924, Hoffmann'a (1986) göre 0.915-0.923, Nas ve ark.'a (1992) göre 0.914-0.919'dur. Bulgularımız, literatür değerlerine benzerdir.

Kırılma indisi değerleri susam yağında 1.4700 (Ceyhan-Adana, Meksika) ve 1.4707 (Anamur-İçel, Venezuela) arasındadır. Tahin yağı örneklerinde ise bu değer en düşük 1.4707 (I örneği) ve en yüksek 1.4716 (B örneği)'dir. Yerli ve ithal susam yağlarının kırılma indisleri arasında aşırı bir farklılık görülmemektedir. Tahin yağının kırılma indisi, ortalama olarak, susam yağına göre biraz yüksektir. Kırılma indisinin artmasıyla iyot sayısının da arttığı saptanmıştır. Yazıcıoğlu (1945), yerli susam yağlarında kırılma indisini 1.4725-1.4733 arasında bildirilmiştir. Bu değer Örenli'ye (1976) göre 1.465-1.469, Yen ve ark.'a (1986) göre 1.4725-1.4734, Nagaraj'a (1990) göre 1.4760-1.4770, Nas ve ark.'a (1992) göre 1.470-1.474' dür. Bulgularımız, literatür verilerine uymaktadır.

Yerli susam yağının serbest yağ asitleri en düşük % 1.07 (Antalya) ve en yüksek % 1.75 (Seydişehir-Konya), ithal susam yağlarında ise en düşük % 1.05 (Meksika) ve en yüksek % 1.96 (Venezuela) arasında bulunmuştur. Tahin yağının serbest yağ asitleri ise en düşük % 0.21 (D ve I örneği) ve en yüksek % 0.95 (G örneği)'tir. İthal tohum yağlarının serbest yağ asitleri biraz yüksektir. Susam yağının serbest yağ

Çizelge 4.5. Susam Yağının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Örnek	Nispi Yoğunluk ( $d_{20}^{20}$ )	Kırılma İndisi ( $n_D^{20}$ )	Serbest Yağ Asit. (% oleik)	Peroksit Sayısı (meq/kg)	İyot Sayısı	Sabunlaşma Sayısı	Sabunlaşmayan Madde (%)
<b>Yerli</b>							
Adana (Ceyhan)	0.9187	1.4700	1.38	2.61	108.10	188.40	1.06
Adana (Karaisalı)	0.9208	1.4704	1.16	3.16	115.00	176.80	1.30
Antalya	0.9200	1.4704	1.07	3.58	115.10	182.80	1.08
Balıkesir	0.9211	1.4704	1.22	3.09	115.10	187.60	1.06
Gaziantep	0.9175	1.4700	1.24	3.39	106.50	184.50	1.08
İçel (Anamur)	0.9214	1.4707	1.33	3.40	117.70	196.60	1.04
İçel (Mut)	0.9195	1.4706	1.41	2.19	115.70	184.90	1.40
İçel (Şilifke)	0.9213	1.4705	1.27	3.57	115.50	188.80	1.06
Konya (Seydişehir)	0.9202	1.4704	1.75	3.59	114.40	182.30	1.08
Malatya(I)	0.9200	1.4702	1.62	3.09	109.30	174.90	1.28
Malatya(II)	0.9202	1.4703	1.13	2.03	111.90	185.70	1.08
Şanlıurfa	0.9191	1.4703	1.34	3.35	110.20	190.10	1.07
Tekirdağ	0.9189	1.4704	1.10	3.62	114.70	178.00	1.65
<b>İthal</b>							
Meksika	0.9220	1.4700	1.05	1.93	108.10	192.20	1.05
Uganda	0.9211	1.4704	1.69	2.23	114.40	191.00	1.09
Venezuela	0.9223	1.47.4	1.96	2.83	117.60	190.00	1.07
En Düşük	0.9175	1.4700	1.05	1.93	106.50	174.90	1.04
En Yüksek	0.9223	1.4707	1.96	3.62	117.70	196.60	1.65
Ortalama	0.9202	1.4703	1.35	2.97	107.08	185.90	1.15

asitleri biraz yüksektir. Susam yağının serbest yağ asitlerinin tahin yağına göre yüksek çıkmasının, presyon koşullarının yağ oksidasyonuna uygun olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır. Yazıcıoğlu (1945), yerli susam yağlarının serbest yağ asit-

Çizelge 4.6. Tahin Yağının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Örnek	Nispi Yoğunluk ( $d_{20}^{20}$ )	Kırılma İndisi ( $n_D^{20}$ )	Serbest Yağ Asit. (% oleik)	Peroksit Sayısı (meq/kg)	İyot Sayısı	Sabunlaşma Sayısı	Sabunlaşmayan Madde (%)
A	0.9135	1.4708	0.38	2.42	112.04	197.70	1.03
B	0.9139	1.4716	0.64	2.24	118.27	196.60	1.04
C	0.9138	1.4710	0.23	2.13	114.79	188.30	1.08
Ç	0.9142	1.4708	0.46	2.99	113.21	193.10	1.05
D	0.9143	1.4710	0.21	2.90	114.68	183.10	1.39
E	0.9155	1.4710	0.38	2.95	115.65	191.70	1.09
F	0.9141	1.4709	0.19	2.70	113.08	190.00	1.07
G	0.9136	1.4710	0.95	2.52	114.08	189.30	1.08
Ğ	0.9138	1.4715	0.23	2.83	115.59	183.60	1.39
H	0.9140	1.4714	0.36	2.17	115.37	185.30	1.40
I	0.9122	1.4707	0.21	1.63	110.61	179.10	1.76
En Düşük	0.9122	1.4707	0.21	1.63	110.61	179.10	1.03
En Yüksek	0.9155	1.4716	0.95	2.99	118.27	197.70	1.76
Ortalama	0.9139	1.4710	0.38	2.49	114.30	188.80	1.21

lerini %0.8-5.7 olarak bildirmiştir. Yemeklik (rafine) susam yağı standardında bu değer en fazla % 2 olarak belirtilmiştir (Anonymous 1975 b). Yen ve ark. (1986) tarafından yapılan bir çalışmada, serbest yağ asitliğini ortalama % 2.40 olarak tespit etmişlerdir. Weiss'e (1983) göre, bu değer % 1-3'dür. Sonuçlarımız, literatür verilerine uygun bulunmuştur.

Susam yağının peroksit sayısı 1.93-3.62 meq/kg, tahin yağının ise 1.63-2.99

meq/kg arasındadır. Susam yağının peroksit sayısı, tahin yağıninkinden genellikle daha yüksektir. Yemeklik susam yağı standardında, peroksit sayısı en fazla 10meq/kg olarak belirtilmiştir. (Anonymous 1975b). Daxa Amin ve Kothari (1989), bu değeri 19.76-19.83 meq/kg arasında tespit etmişlerdir. Bulgularımız, literatür değerlerinden düşük çıkmıştır ve bu olumlu bir sonuçtur.

İyot sayısı yerli susam yağlarında 106.50 (Gaziantep) ve 117.70 (Anamur-İçel), ithal tohum yağlarında 108.10 (Meksika) ve 117.60 (Venezuela) arasında bulunmuştur. Her iki tohum yağlarının iyot sayıları birbirine benzerdir. Tahin yağlarının iyot sayıları ise, 110.61 (I örneği) ve 118.27 (B örneği) arasında tespit edilmiştir. Ortalama değer olarak, tahin yağının iyot sayısı yüksektir. Yazıcıoğlu (1945), yerli susam yağlarının iyot sayısını 107.7-116.7 olarak bildirmiştir. Bu değeri Yen ve ark. (1986) 98-104, Daxa Amin ve Kothari (1989) 97.08-107.25 olarak tespit etmişlerdir. İyot sayısı Örenli'ye (1976) göre 103-122, Weiss'e (1983) göre 103-116, Hoffmann'a (1986) göre 104-120, Nagaraj'a (1990) göre 103.6-112.8'dir. İyot sayısının düşük veya yüksek çıkması, trigliseritlerin yapısında bulunan doymuş ve doymamış yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır. Sonuçlarımız, literatür verilerine uygundur.

Susam yağının sabunlaşma sayısı 174.9 (Malatya(I)) ve 196.6 (Anamur-İçel) arasındadır. İthal tohum yağlarıninki ise 190.0 (Venezuela) ve 192.2 (Meksika)'dir. Tahin yağının sabunlaşma sayısı 179.1 (I örneği) ve 197.7 (A örneği) arasındadır. Tahin yağının sabunlaşma sayısı daha yüksek çıkmıştır. Yen ve ark.(1986) 184-190, Daxa Amin ve Kothari (1989) 187.93-218.79 değerlerini tespit etmişlerdir. Orta Amerika ve Türk standartları yemeklik susam yağında bu sayıyı 187-195 olarak belirtmişlerdir(Anonymous 1974b, Anonymous 1975b). Susam yağının sabunlaşma sayısı Örenli'ye (1976) göre 188-195, Yazıcıoğlu ve Karaali'ye (1983) göre 187-190, Weiss'e (1983) göre 188-193, Nagaraj'a (1990) göre 188.6-191.2'dir. Susam ve tahin yağlarının sabunlaşma sayısı benzer bulunmuştur. Bu indis, yağın ortalama molekül ağırlığını vermektedir. Kısa zincirli yağ asitleri fazla olan yağların sabunlaşma sayısı daha yüksektir (Keskin 1981). Bulgularımız, literatür değerlerine uygundur.

Susam ve tahin yağlarının sabunlaşmayan madde miktarı, yerli susam tohumları yağında % 1.04 (Anamur-İçel) ve % 1.75 (Tekirdağ) arasındadır. İthal tohum yağlarında ise % 1.05 (Meksika) ve % 1.09 (Uganda)'dur. Tahin yağının sabunlaşmayan madde miktarı % 1.03 (A örneği) ve % 1.76 (I örneği) arasındadır. Tahin yağının sabunlaşmayan madde miktarının susam yağına göre yüksek çıktığı saptanmıştır. Bu, ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücünün yağla birlikte steroller, tokoferoller, hidrokarbonlar, terpen alkoller gibi sabunlaşmayan maddeleri de ekstrakte etmesinden kaynaklanmaktadır. Yağda trigliserit kısmı dışında tohum kabuğundan geçen müsilaj maddeleri ve yağın kendi bünyesinde bulunan steroller, tokoferoller, alifatik alkoller ve metil steroller, karotenoitler, terpen alkoller ve bazı hidrokarbonlar, yağın alkaliyle sabunlaştırılması sonucu sabunlaşmayarak yağdan ayrılmaktadırlar (Karaali 1981). Yemeklik susam yağı standardında sabunlaşmayan madde en çok % 2 olarak belirtilmiştir (Anonymous 1975b). Sabunlaşmayan madde Weiss'e (1983) göre % 0.9-2.3, Hoffmann'a (1986) göre % 2, Nagaraj'a (1990) göre %1.4-2.5, Nas ve ark.'a (1992) göre < %1.8'dir. Bulgularımız, literatür verilerinden biraz düşük çıkmıştır.

#### 4.4. Susam ve Tahin Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi

Susam ve tahin yağlarının gaz kromatografisiyle belirlenen yağ asitleri bileşimleri, sırasıyla Çizelge 4.7 ve 4.8'de görülmektedir. Birer örnek kromatogram ise, Şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

Susam yağı örnekleri %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 içermektedir. Tahin yağında ise bu değerler % 9.55-10.32 palmitik, % iz stearik, %37.42-45.04 oleik, %43.25-52.34 linoleik, %0.34-1.93 linolenik ve % iz-0.82 araşidik asit olarak saptanmıştır.

Yazıcıoğlu ve Karaali (1983), yerli susam yağının %10.44 palmitik, %6.29 stearik, %36.31 oleik ve %45.69 linoleik asit içerdiğini bildirmişlerdir. Hilditch'e (1956) göre susam yağında %9.4 palmitik, % 5.7 stearik, %35.0 oleik ve % 48.0

Çizelge 4.7. Susam Yağının Yağ Asitleri Bileşimi (%)

Örnek	Palmitik (16:0)	Stearik (18:0)	Oleik (18:1)	Linoleik (18:2)	Linolenik (18:3)	Araşidik (20:0)
<b>Yerli</b>						
Adana (Ceyhan)	11.38	-	44.52	42.31	0.63	1.16
Adana (Karaisalı)	10.12	iz	39.28	50.04	0.57	-
Antalya	10.54	iz	35.61	53.47	0.37	-
Balıkesir	9.94	-	34.90	53.86	0.66	iz
Gaziantep	10.75	iz	44.71	41.05	0.79	2.62
İçel (Anamur)	10.51	-	31.61	57.33	0.56	-
İçel (Mut)	10.48	iz	35.72	53.38	0.40	-
İçel (Silifke)	9.64	iz	39.28	50.50	0.56	-
Konya (Seydişehir)	10.23	iz	41.24	48.12	0.40	-
Malatya(I)	9.73	0.15	45.93	42.53	0.74	0.92
Malatya(II)	9.86	iz	44.23	45.84	-	-
Şanlıurfa	10.34	-	48.75	38.12	0.79	1.93
Tekirdağ	9.70	-	38.81	50.90	0.56	-
<b>İthal</b>						
Meksika	11.34	-	57.19	30.79	0.68	-
Uganda	9.10	iz	42.34	47.86	0.64	-
Venezuela	11.26	-	32.78	54.26	0.30	1.41
En Düşük	9.10	iz	31.61	30.79	0.30	iz
En Yüksek	11.38	0.15	57.19	57.33	0.79	2.62
Ortalama	10.30	0.15	41.05	47.52	0.57	1.60

iz: &lt; %0.05

lineoleik asit bulunmaktadır. Aksu'ya (1971) göre, susam yağı ortalama %9.1 palmitik, %4.3 stearik, %45.4 oleik, %40.4 linoleik ve %0.8 araşidik asit içermektedir. Potter (1978), susam yağında %10.0 palmitik, %5.0 stearik, %40.0 oleik, % 43

Çizelge 4.8. Tahin Yağının Yağ Asitleri Bileşimi (%)

Örnek	Palmitik (16:0)	Stearik (18:0)	Oleik (18:1)	Linoleik (18:2)	Linolenik (18:3)	Araşidik (20:0)
A	9.75	iz	44.68	45.89	0.62	-
B	9.93	-	42.29	47.22	1.93	-
C	9.61	-	41.92	47.10	0.57	0.82
Ç	10.20	iz	39.71	49.74	0.34	-
D	9.62	iz	39.93	49.84	0.63	-
E	10.12	iz	37.42	52.34	-	-
F	9.76	iz	41.53	48.21	0.47	-
G	9.73	iz	43.01	45.95	0.60	0.71
Ğ	9.55	-	42.85	47.12	0.49	-
H	10.06	iz	42.17	47.36	0.42	-
I	10.32	-	45.04	43.25	0.67	0.74
En Düşük	9.55	iz	37.42	43.25	0.34	iz
En Yüksek	10.32	iz	45.04	52.34	1.93	0.82
Ortalama	9.87	iz	41.86	47.63	0.67	0.75

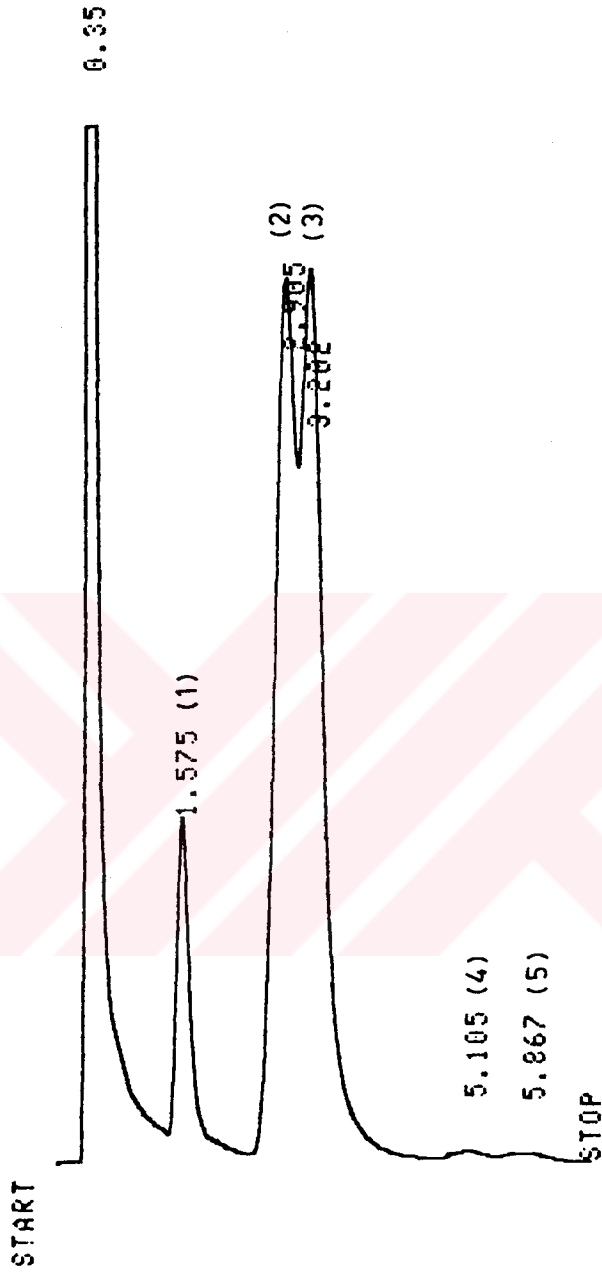
iz: &lt; %0.05

linoleik, %2.0 linoleik asit bulunduğunu bildirmiştir. Oudraogo ve Bezard (1981), susam yağının %9.7 palmitik, %5.6 stearik, %40.0 oleik ve %43.3 linoleik asit içerdiğini tespit etmişlerdir. Weiss'e (1983) göre susam yağı %7.8-9.1 palmitik, %3.6-4.7 stearik, %45.3-49.4 oleik, %37.7-41.2 linoleik, %0.4-1.1 araşidik asit içermektedir. Kamla-Devi ve ark. (1984), susam yağında %9.9 palmitik, %5.1 stearik, %41 oleik ve %44 linoleik asit saptamışlardır. Yen ve ark. (1986), susam yağının %8.66-9.82 palmitik, %5.08-5.91 stearik, %30.87-41.01 oleik, %42.47-49.76 linoleik, %0.34-3.48 linolenik ve %0.59-0.97 araşidik asit içerdiğini tespit etmişlerdir.



Şekil 4.1. Susam yağının (Seydişehir-Konya) yağ asitleri bileşimi: 1. palmitik, 2. stearik, 3. oleik, 4. linoleik, 5. linolenik.





Şekil 4.2. Tahin yağının (C Örneği) yağ asitleri bileşimi: 1. palmitik, 2. oleik, 3. linoleik, 4. linolenik, 5. araşidik.

Nagaraj (1990), susam yağının %8.4-11.9 palmitik, %3.5-7.9 stearik, %34.6-47.3 oleik, %27.9-47.2 linoleik, %iz-1.8 linolenik, %iz-1.4 araşidik asit içerdiğini bildirmiştir. Daxa Amin ve Kothari (1989), susam yağının % 9.09-15.59 palmitik, %3.86-6.0 stearik, %39.08-48.72 oleik ve %35.37-44.56 linoleik asit içerdiğini saptamışlardır. Nas ve ark.'a (1992) göre, susam yağı %7-9 palmitik, %4-5 stearik, %37-49 oleik, %35-47 linoleik, %0.4-1.0 araşidik asit içermektedir.

Sawaya ve ark. (1985), tahin yağında ortalama %9.8 palmitik, %6.4 stearik, %42.4 oleik, % 39.7 linoleik, %0.4 linolenik ve %0.5 araşidik asit belirlemişlerdir.

Genel olarak her iki örnek yağında linoleik asit miktarı yüksek, stearik asit miktarı ise düşük çıkmıştır. Stearik asit dışında diğer yağ asitleri bileşimi, literatür değerlerine uygundur. Bitkisel yağların yağ asitleri bileşimi, tohumun genotipi, ekim zamanı, yetiştirme şartları ve hasat mevsimine bağlı olarak farklı değerler gösterebilmektedir.

Sonuç olarak, susam tahine göre daha fazla su, kül, ham yağ ve ham selüloz içermektedir. Susamın oldukça fazla miktarda Na, Fe ve Zn içerdiği saptanmıştır. Tahin, susamla kıyaslandığında, daha fazla Na içermektedir; diğer mineraller ise daha düşüktür. Tahin yağı, susam yağına göre daha düşük nispi yoğunluk, serbest yağ asitleri ve peroksit sayısına, daha yüksek kırılma indisi ve sabunlaşmayan maddeye sahiptir. Her iki ürün yağındaki başlıca yağ asitleri linoleik, oleik ve palmitiktir. Susam ve tahin yağının yaklaşık %90'ını doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır.

İncelenen susam tohumu ve tahin örneklerinin protein, yağ ve mineraller bakımından besin değeri yüksek ürünler olduğu görülmektedir. Tohumlarda ve tahinlerde bazı analiz verilerinin kendi içlerinde farklı çıkması, standart tohuma ve standart tahin üretim teknolojisine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ayrıca, yerli tohum ve tahin örnekleri ile bunların yağlarında kimyasal bileşimin daha kapsamlı olarak ortaya konması ve ürünlerde duyu kalite özelliklerinin belirlenmesi için araştırmalar yapılmalıdır.

## ÖZET

Bu araştırma, değişik coğrafî yörelerde yetiştirilen susam tohumları ve farklı işletmelerden sağlanan tahinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asitleri bileşimini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Susam tohumlarında (havada kuru materyal) bin tane ağırlığı 2.17-4.11 g, su %3.16-4.67, kül %3.67-5.39, ham protein %16.44-22.07, ham yağ %52.0-61.0 ve ham selüloz %2.90-5.40 arasında değişmiştir.

Tohumlarda, incelenen mineral madde miktarları şöyle bulunmuştur: %0.07-0.16 Na, %0.47-0.60 K, %0.85-1.30P, 15.58-20.45 ppm Cu, 65.20-85.95 ppm Fe, 16.61-22.66 ppm Mn ve 70.10-121.41 ppm Zn. Kül miktarları ile mineral içeriği arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir.

Tahinlerde %0.39-1.47 su, %2.60-3.70 kül, %17.88-24.27 ham protein, %46.9-58.70 ham yağ, %3.25-4.70 ham selüloz ve % 0.22-0.69 tuz tespit edilmiştir. Tahin, tohuma göre daha az kül, ham selüloz ve yağ içermektedir..

Tahinin mineral madde içeriği %0.17-0.27 Na, %0.24-0.53 K, %0.75-1.40 P, 13.55-20.45 ppm Cu, 52.02-80.92 ppm Fe, 14.34-21.90 ppm Mn ve 61.95-100.65 ppm Zn'dur. Tahin, susamla kıyaslandığında, daha fazla Na içermektedir; diğerleri ise daha düşüktür.

Presyonla elde edilen susam yağında nispi yoğunluk 0.9175-0.9223, kırılma indisi 1.4700-1.4707, serbest yağ asitleri % 1.05-1.96, peroksit sayısı 1.93-3.62 meq/kg, iyot sayısı 106.50-117.70, sabunlaşma sayısı 174.9-196.6 ve sabunlaşmayan madde %1.04 -1.65'dir.

Ekstraksiyonla elde edilen tahin yağında nispi yoğunluk 0.9122-0.9155, kırılma indisi 1.4707-1.4716, serbest yağ asitleri %0.21-0.95, peroksit sayısı 1.63-2.99 meq/kg, iyot sayısı 110.61-118.27, sabunlaşma sayısı 179.1-197.7 ve sa-

bunlaşmayan madde %1.03-1.76 olarak belirlenmiştir.

Tahin yağı susam yağına göre daha düşük nispi yoğunluk, serbest yağ asitleri ve peroksit sayısına, daha yüksek kırılma indisi ve sabunlaşmayan maddeye sahiptir.

Susam ve tahin yağlarının yağ asitleri bileşimleri gaz kromatografisiyle belirlenmiştir. Susam yağının %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 içerdiği tespit edilmiştir. Tahin yağında ise %9.55-10.32 palmitik, %iz stearik, %37.42-45.04 oleik, %43.25-52.34 linoleik, %0.34-1.93 linolenik ve %iz-0.82 araşidik asit belirlenmiştir.



## 5. KAYNAKLAR

ABOU-EL-KHIER, Y.I.A., MOHARRAM, Y.G. ve OSMAN, H.O.A., 1987.  
Effect of decortication methods an the quality of sesame kernels and products.  
J. Food Agric. 1(3): 163-168.

AKSU, S., 1971. Bitkisel Maddeler Kimya ve Teknolojisi. Tekel Enstitüleri Yayınları  
A Serisi No.12, İstanbul.

ANONYMOUS, 1971. Yağlı tohumlar yağ miktarı tayini, TS 973. Türk Standartları  
Enstitüsü, Ankara.

ANONYMOUS, 1973. Yemeklik zeytinyağı muayene metodları, TS 342.  
Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ANONYMOUS, 1974a. Tereyağı: Tuz miktarı tayini, TS 1333. Türk Standartları  
Enstitüsü, Ankara.

ANONYMOUS, 1974b. Edible sesame oil. ICAITI 34093. Central America Instituto  
Centroamericano de Investigacion y Tecnologia Industrial, Guatemala City,  
Guatemala.

ANONYMOUS, 1975a. Baharat: Toplam kül miktarının tayini, TS 2131. Türk  
Standartları Enstitüsü, Ankara.

ANONYMOUS, 1975b. Yemeklik susam yağı, TS 889. Türk standartları Enstitüsü,  
Ankara.

ANONYMOUS, 1975c. Yemeklik bitkisel yağlar muayene metodları, TS 894. Türk  
Standartları Enstitüsü, Ankara.

ANONYMOUS, 1977. Tahin, TS 2589. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ANONYMOUS, 1987. Oil Extraction. Food Cycle Technology Source Book No:1,  
The United Nations Development Fund For Women (UNIFEM), New York.

ANONYMOUS, 1988. Tahin helvası, TS 2590. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- ANONYMOUS, 1990a. Official Methods and Recommended Practices, Vol. 1, 4th ed. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL., USA.
- ANONYMOUS, 1990b. Dış Ticaret İstatistikleri 1988. Devlet İstatistik Enstitüsü Yay. No: 1430, Ankara.
- ANONYMOUS, 1992. Türkiye İstatistik Yıllığı 1990. Devlet İstatistik Enstitüsü Yay. No: 1510, Ankara.
- BAYRAKLI, F., 1986. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:17, Samsun.
- BAYSAL, A., KEÇECİOĞLU, S., GÜNEYLİ, U., YÜCECAN, S., PEKCAN, G., ARSLAN, P., BİRER, S., SAĞLAM, F., YURTTAGÜL, M. ve ÇEHRELİ, R., 1988. Besinlerin Bileşimleri. Türkiye Diyetisyenler Derneği Yay. No: 1, Ankara.
- BİRER, S., 1985. Tahin helvasının yapılışı ve beslenmemizdeki yeri. Gıda 10(3): 133-135.
- CAN, A., 1964. Susam (*Sesamum indicum*). Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Gen. Müd. Teknik Neşriyat Şub., Ankara.
- CHOI, S.D., YANG, M.S. ve CHO, M.J., 1984. Changes in fatty acid composition of glycolipid and phospholipid of sesame seed lipid during storage. J. Korean Agric. Chem. Soc. 27(3) : 211-213.
- CHRISTENSEN, R.E., BECKMAN, R.M. ve BIRDSALL, J.J., 1968. Some mineral elements of commercial spices and herbs as determined by direct reading emission spectroscopy. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 51(5): 1003-1010.
- DAMIR, A.A., 1984. Utilization of sunflower seeds in tahina and halawa processing. Food Chem. 14(2):83-92.

- DAXA AMIN ve KOTHARI, I.L., 1989. Seed composition of some new varieties of sesame. *J. Oil Technol. Assoc. India* 2(1): 15-16. [FSTA 23(4) 4N15 (1991)]
- DEMİR, İ., 1962. Türkiye'de Yetiştirilen Önemli Susam Çeşitlerinin Başlıca Morfolojik, Biyolojik ve Sitolojik Vasıfları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 53, İzmir.
- DOĞAN, A. ve BAŞOĞLU, F., 1985. Yemeklik Bitkisel Yağ Kimyası ve Teknolojisi Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 951, Ankara.
- ELGÜN, A. ve CERTEL, M., 1987. Tahıl Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.
- ELOBEID, M.O. ve ROSIE, D.A., 1983. High Performance liquid chromatographic determination of sesamol, sesamolin and sesamin in Sudanese sesame seed oil. *Proc. 6 th Int. Cong. Food Sci. Technol.* 2:3-4.
- EL-SAWY, A. A., SOLIMAN, M.M. ve FADEL, H.M., 1988. Identification of volatile flavour components of roasted red sesame seeds. *Grasas Aceites* 39(3): 160-162. [FSTA 22(7) 7J 170 (1990)]
- FUKUDA, Y., 1987. Changes in the amounts of antioxidants in two types of sesame oils during deep fat frying. *J. Home Econ.* 38(9):793-798.
- FUKUDA, Y., ISOBE, M., NAGATA, M., OSOWA, T. ve NAMIKI, M., 1986a. Acidic transformation of sesamolin, the sesame oil constituent, into an antioxidant bisepoxylignan, sesaminol. *Heterocycles* 24(4): 923-926.
- FUKUDA, Y., NAGATA, M., OSAWA, T. ve NAMIKI, M., 1986b. Contribution of lignan analogues to antioxidative activity of refined unroasted sesame seed oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 63(8):1027-1031.

- FUKUDA, Y. ve NAMIKI , M., 1988. Recent studies on sesame seed oil. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 35(8): 552-562.
- FUKUDA, Y., OSAWA, T., KAWAGISHI, S. ve NAMIKI, M., 1988. Comparison of contents of sesamol and lignan antioxidants in sesame seeds cultivated in Japan. J.Jap. Soc. Food Sci. Technol. 35(7): 483-486. [FSTA 21(5) 5J86 (1989)]
- FUKUDA, Y., OSAWA, T., NAMIKI, M. ve OZAKI, T., 1985. Studies on antioxidative substances in sesame seed. Agric. Biol. Chem. 49(2): 301-306.
- GUPTA, S.K., 1990. Moisture, dry weight and lipid composition as influenced by capsule position in developing seeds of sesame (*Sesamum indicum*). J. Oilseeds Res. 7(1):10-15. [Field Crop Abstr. 45(6) 3945, 1992]
- HILDITCH, T.P., 1956. Chemical Constitution of Natural Fats. Chapman and Hall Ltd., London.
- HIROSE, N., INOUE, T., NISHIHARA, K., SUGANO, M., AKIMOTO, K., SHIMIZU, S., ve YAMADA, H., 1991. Inhibition of cholesterol absorption and synthesis in rats by sesamin. J. Lipid Res. 32(4): 629-638. [FSTA 23 (12) 12N30 (1991)]
- HOFFMANN, G., 1986. Edible oils and fats, In: Quality Control in the Food Industry, Vol. 2, 2nd ed. (ed. Herschdoerfer, S.M.), 407-504 pp, Academic Press, London.
- HWANG, S.Z. ve KO, Y.S., 1982. Studies on the constituents of Korean edible oils and fats, 5: Analysis of fatty acids in sesame and perilla oil by high performance liquid chromatography. Korean J. Nutr. ( Korea R.) 15(1): 15-21.
- İLİSULU, K., 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- KACAR, B., 1977. Bitki Besleme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 367, Ankara.
- KAMLA-DEVI, P., MOHAN-RAJU, K. ve SUBRAMANYAM-RAJU, M., 1984.



Fatty acid composition of some seed oils of Anantapur (A.P). Oils Oilseeds J. 36(7/9): 17-18.

**KARAALI, A., 1981.** Ayçiçek Yağının Rafinasyonu Sırasında Bileşiminde Meydana Gelen Değişmeler. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yay No: 55, Gebze-Kocaeli.

**KARABİNALI, U., 1990.** Susam Tarımı. Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Çiftçi-Üretici Yay. 322 (46), Ankara.

**KESKİN, H., 1981.** Besin Kimyası, Cilt I. İstanbul Üniv. Kimya Fak. Yay. No: 47, İstanbul.

**LADINES, E.O. ve LONTOC, A.V., 1983.** Sodium and potassium in some Philippine foods. Philippine J. Nutr. 36(3): 133-140.

**LINDNER, P. ve KINSELLA, J.E., 1991.** Study of the hydration process in tehina. Food Chem. 42: 301-319.

**MOHARRAM, Y.G., OSMAN, H.O. A. ve ABOU-EL-KHIER, Y.I.A., 1990.** Wet decortication of sesame seeds by new methods. Food Nutr. Bull. 12(1): 57-63. [FSTA 23(1) 1J113 (1991)]

**NAGARAJ, G., 1990.** Biochemical quality of oilseeds. J. Oilseeds Res. 7:47-55.

**NAS, S., GÖKALP, H.Y. ve ÜNSAL, M., 1992.** Bitkisel Yağ Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:723, Erzurum.

**NWOKOLO, E., 1987.** Composition and availability of nutrients in some tropical grains and oilseeds. Nutr. Reports Int. 36(3): 631-640.

**OU دراOGO, M. ve BEZARD, J., 1981.** Glyceride structure of sesame oil. Rev. Fr. Corps Gras 28 (11/12): 473-476.

**ÖRENLİ, A., 1976.** Tahin Helvası, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Teknolojisi Bölümü, Diploma Tezi, Ankara.

- ÖZKAYA, H. ve KAHVECI, B., 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No. 14, Ankara.
- POTTER, N.N., 1978. Food Science. Avi Publ., Westport, USA.
- PRAKASH, V., 1986. Effect of sodium chloride on the extractability of proteins from sesame seed (*Sesamum indicum* L.). J. Agric. Food Chem. 34:256-259.
- PRAKASH, V. ve NANDI, P.K., 1978. Isolation and characterization of  $\alpha$ -globulin of sesame seed (*Sesamum indicum* L.). J. Agric. Food Chem. 34:256-259.
- SAITO, H. ve NAKAMURA, K., 1990. Antioxidative effect of sesamol on fish oil oxidation. Bull. J. Soc. Sci. Fish. 56(11): 1893. [FSTA 23(12) 12N31 (1991)]
- SAWAYA, W.N., AYAZ, M., KHALIL, J.K. ve AL-SHALHAT, A.F., 1985. Chemical composition and nutritional quality of tehineh (sesame butter). Food Chem. 18:35-45.
- SENGUPTA, A. ve ROYCHOUDHURY, S.K., 1976. Triglyceride composition of *Sesamum indicum* seed oil. J. Sci. Food Agric. 27(2): 165-169.
- SUDHIR-SINGH ve KHANNA, S.K., 1988. Fractionation and characterization of sesame (*Sesamum indicum* L.) protein. Indian J. Nutr. Diet. 25(2): 55-59.
- SURENDRANATH, M.R., AZEEMODDIN, G., RAMAYYA, D.A., RAO, S.D.T., ATCHYUTA-RAMAYYA, D. ve THIRUMALA-RAO, S.D., 1985. Processing of sesame seed and storage of oil and cake. J. Oil Technol. Assoc. India 17(1):4-6.
- ULUÖZ, M.YİĞİT, V. ve GÖZLÜ, S., 1975. Tahin Helvasında Yağın Stabilitesinin Artırılması Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yay. No: 9, Gebze-Kocaeli.
- WEISS, E.A., 1983. Oilseed Crops. Longman, New York.

- YAZICIOĞLU, T., 1945. Türkiye'nin Nebatî Yağ Zenginliği. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Yay. 150, Ankara.
- YAZICIOĞLU, T. ve KARAALI, A., 1983. Türk Bitkisel Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimleri. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü Yay. No: 70, Gebze-Kocaeli.
- YEN, G.C., 1990. Influence of seed roasting process on the changes in composition and quality of sesame (*Sesame indicum*) oil. J. Sci. Food Agric. 50: 563-570.
- YEN, G.C. ve SHYU, S.L., 1988. Effect of various pretreatments of sesame seed on the oil yield and quality of sesame oil. J. Chinese Agric. Chem. Soc. 26(1): 50,62.
- YEN, G.C. ve SHYU, S.L., 1989. Oxidative stability of sesame oil prepared from sesame seed with different roasting temperatures. Food Chem. 31:215-224.
- YEN, G.C., SHYU, S.L. ve LIN, T.C., 1986. Studies on improving the processing of sesame oil. I. Optimum processing conditions. Food Sci.(Chinese) 13(3-4): 198-211.