



**KONVANSİYONEL VE ORGANİK TAHİN ÜRETİMİ  
SIRASINDA BAZI FİZİKOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERDEKİ DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ**

**KÜBRA KAPLAN DİNÇER**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN  
2022**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**KONVANSİYONEL VE ORGANİK TAHİN ÜRETİMİ SIRASINDA BAZI  
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERDEKİ DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ**

**Kübra KAPLAN DİNÇER**

**ORCID: 0000-0003-4902-572X**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN**

**MAYIS-2022**

**Her hakkı saklıdır.**

## ÖZET

### KONVANSİYONEL VE ORGANİK TAHİN ÜRETİMİ SIRASINDA BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERDEKİ DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

Kübra KAPLAN DİNÇER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN

Tahin, susamdan (*Sesamum indicum* L.) çeşitli işlemler ile elde edilen, besin değeri yüksek ve yaygın olarak da tüketilen geleneksel gıda maddesidir. Bu çalışmada, endüstriyel ölçekteki konvansiyonel ve organik tahin üretim yöntemlerinde ham susamdan tahine kadar meydana gelen bazı fizikokimyasal özelliklerdeki değişimler belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, endüstriyel ölçekli konvansiyonel ve organik tahin üretim hatlarından kabuklu susam, kabuksuz iç susam (kabuk soyma-ayırma işlemi çıkışı), ön kurutma işlemi çıkışı iç susam, kavurma işlemi çıkışı kavrulmuş iç susam ve öğütme işlemi çıkışı konvansiyonel/organik tahin örnekleri alınmıştır. Organik tahin üretiminde organik ürün sertifikası bulunan organik susam kullanılmıştır. Elde edilen veriler sayesinde, proses farklılıkları ve bu farklılıkların tahinin özelliklerine etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada susam ve tahin ürünlerinin nem, ham yağ, ham protein, kül, tuz, serbest yağ asitliği, peroksit, yağ asidi bileşimi, sterol bileşimi, toplam sterol ve bazı mineral içerikleri incelenmiştir. Elde edilen verilere tesadüfî blokları deneme desenine göre SPSS paket programı kullanılarak varyans analizleri uygulanmış olup, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Konvansiyonel ve organik tahin ürünlerinde farklı kavurma koşullarında, gıda güvenliği bağlamında proses kontaminantlarının izlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalar önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler;** Susam (*Sesamum indicum* L.), Organik susam, Tahin üretimi, Fizikokimyasal özellikler, Sterol bileşimi, Yağ asidi bileşimi

## ABSTRACT

# INVESTIGATION OF CHANGES IN SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES DURING CONVENTIONAL AND ORGANIC TAHIN (SESAME SEED PASTE) PRODUCTION

Kübra KAPLAN DİNÇER

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Murat TAŞAN

Tahin (sesame seed paste) is a traditional food item obtained from sesame (*Sesamum indicum* L.) by various processes, with high nutritional value and widely consumed. In this study, changes in some physicochemical properties from raw sesame to tahin in industrial scale conventional and organic tahin production methods were determined. For this purpose, samples of hulled sesame, unshelled sesame seeds (peeling-separating process output), pre-drying process sesame seeds, roasted sesame seeds after roasting process and conventional/organic sesame seeds after grinding process were taken from industrial scale conventional and organic tahin production lines. Organic sesame with organic product certificate is used in the production of organic tahin. Thanks to the data obtained, process differences and the effects of these differences on the properties of tahin were evaluated. In the study, moisture, crude oil, crude protein, ash, salt, free fatty acidity, peroxide, fatty acid composition, sterol composition, total sterol and some mineral contents of sesame and tahin products were investigated. Variance analyzes were applied to the obtained data by using the SPSS package program according to the randomized blocks trial design, and Duncan multiple comparison test was applied to the sources of variation that were found to be important. Studies on the monitoring and evaluation of process contaminants in conventional and organic tahin products under different roasting conditions, in the context of food safety, are important.

**Keywords:** Sesame (*Sesamum indicum* L.), Organic sesame, Tahin (sesame seed paste), Physicochemical properties, Sterol composition, Fatty acid composition

## İÇİNDEKİLER

**BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURALLARINA UYUM BEYANI** .Hata!  
Yer işareti tanımlanmamış.

**JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI** .....Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

**ÖZET** .....i

**ABSTRACT** .....ii

**ÇİZELGELER DİZİNİ**..... v

**ŞEKİLLER DİZİNİ**..... vi

**SİMGELER DİZİNİ** .....vii

**KISALTMALAR DİZİNİ**.....viii

**TEŞEKKÜR**..... x

**1. GİRİŞ**..... 1

1.1. Literatür Özeti..... 4

1.1.1. Susamın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri..... 4

1.1.2. Tahin..... 8

1.2. Çalışma Amacı ve Kapsamı..... 13

**2. MATERYAL VE YÖNTEM**..... 15

2.1. Materyal ..... 15

2.2. Yöntem..... 15

2.2.1. Endüstriyel Ölçekte Tahin Üretim Yöntemleri ..... 15

2.2.2. Endüstriyel Ölçekte Organik Tahin Üretim Yöntemi ..... 19

2.2.3. Örneklere uygulanan analiz yöntemleri..... 21

**3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**..... 25

3.1. Nem Değerleri..... 25

3.2. Kül Değerleri ..... 27

3.3. Ham Yağ Değerleri ..... 29

3.4. Ham Protein Değerleri ..... 32

3.5. Tuz Değerleri .....	34
3.6. Serbest Yağ Asitliği Değerleri .....	36
3.7. Peroksit Değerleri .....	38
3.8. Sterol Bileşimleri ve Toplam Sterol Değerleri .....	41
3.9. Yağ Asidi Bileşimi.....	43
3.10. Mineral Madde Değerleri .....	46
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>48</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>51</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türk Gıda Kodeksi Tahin tebliği tahin ürününün özellikleri (Anonim, 2015a) ....	9
Çizelge 1.2. Türk Gıda Kodeksi Tahin tebliği tahin ürününün içerebileceği arsenik, kurşun, bakır ve demir miktarları (Anonim, 2015a).....	9
Çizelge 3.1. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin nem değerleri (%).....	26
Çizelge 3.2. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin kül değerleri (%).....	28
Çizelge 3.3. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin ham yağ değerleri (%).....	31
Çizelge 3.4. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin ham protein değerleri (%).....	33
Çizelge 3.5. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin tuz değerleri (%).....	35
Çizelge 3.6. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin serbest yağ asitliği değerleri (%).....	37
Çizelge 3.7. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin peroksit değerleri (meqO <sub>2</sub> /kg).....	39
Çizelge 3.8. Konvansiyonel ile organik susam ve tahin örneklerinin sterol bileşimleri (toplam sterol %'si) ve toplam sterol miktarları (mg/kg).....	42
Çizelge 3.9. Konvansiyonel ile organik susam ve tahin örneklerinin yağ asidi bileşimleri (toplam yağ asitleri %'si).....	44
Çizelge 3.10. Konvansiyonel ile organik susam ve tahin örneklerinin bazı element miktarları (mg/kg).....	47

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Endüstriyel Ölçekte Konvansiyonel Tahin Üretim Yöntemi Akım Şeması ..... 18

Şekil 2.2. Endüstriyel Ölçekte Organik Tahin Üretim Yöntemi Akım Şeması..... 19





## SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
g	Gram
mg	Miligram
meq	Miliekivalen
mg/kg	Miligram/kilogram
ml	Mililitre
ppm	Parts per million
µL	Mikrolitre



## KISALTMALAR DİZİNİ

AgNO <sub>3</sub>	Gümüş Nitrat
Al	Alüminyum
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
As	Arsenik
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
CuSO <sub>4</sub>	Bakır (II) sülfat
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
Fe	Demir
FRAP	Oksidan olarak bakır (II)
GC	Gaz Kromatografisi
HCl	Hidroklorik Asit
H <sub>2</sub>	2 Hidrojen
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfirik Asit
Hg	Cıva
ICP-AES	Endüktif Eşleştirilmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrofotometresi
K	Potasyum
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Potasyum Kromat
KOH	Potasyum Hidroksit
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Potasyum Sülfat
Na	Sodyum
NaOH	Sodyum Hidroksit
Ni	Nikel
Mg	Magnezyum
Mn	Manganez
P	Fosfor
Pb	Kurşun
PH	Potansiyel hidrojen

Se	Selenyum
TED	Tespit edilemedi
Zn	Çinko



## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, akademik bilgilerini benimle paylaőan, bana her konuda destek olan, kıymetli zamanını benden esirgemeyen ve tanışmaktan çok memnuniyet duyduğum değerli danıőmanım Prof. Dr. Murat TAŞAN'a, çalıőmam boyunca her zaman yanımda olan, beni anlayan, gcl kılan ve desteğini hep hissettiğim sevgili eőim Ali Can DİNÇER'e ve en önemlisi beni sevgiyle yetiőtiren ve bugünlere getiren canım aileme sonsuz teőekkürler.

Kübra KAPLAN DİNÇER

Gıda Mühendisi



## 1. GİRİŞ

Tarım, gıda temini ve hayatın sürdürülebilmesi açısından insanlığın varoluşundan beri süregelen bir faaliyet olarak kabul edilmektedir (Doğan, 2017). Gıda maddelerinin kaynağı olması nedeniyle tarım kaynaklı bitkisel ve hayvansal üretimler, insanlık tarihinde her zaman önemli bir yere sahip olmuştur (Baysel, 2013). Dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayan tarım sektörü, su ve toprak kaynaklarını kullanarak çeşitli ürünler elde etmek, kaliteyi ve verimliliği arttırmak gibi çok sayıda çalışma ve faaliyeti bir arada içermektedir (Atalay, 2016). Tarım alanındaki yanlış uygulamaların, insan sağlığını ve doğal kaynakları önemli ölçüde olumsuz şekilde etkilediği 20. yüzyılın sonlarına doğru anlaşılmaya başlamıştır (Baysel, 2013). Tarım alanlarındaki hatalı bazı uygulamaların çevreye verdiği zararlar ve olumsuz bazı etkileri nedeniyle gıda güvenliği konusu sorgulamaya başlanmış ve büyük önem kazanmıştır. Bilimsel çalışmalar beslenme ve sağlık arasındaki ilişkinin oldukça kuvvetli olduğu ve büyük önem arz ettiğini açıkça göstermektedir (Karaosmanoğlu ve Üstün, 2017).

Günümüzde uygulanan konvansiyonel tarım üretimlerinin etkileri yoğun olarak sorgulanmaktadır (Baysel, 2013). Konvansiyonel tarım üretim faaliyetleri ile zamanla ortaya çıkan çevresel problemler alternatif bir tarım sistemi arayışına başlanılmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, canlılarda toksisite etki oluşturmayan, çevreyi kirletmeyen ve doğal dengeyi bozmayan bir tarımsal üretim sistemi geliştirilmiş ve bu sisteme organik tarım (ekolojik tarım) tanımlaması yapılmıştır (Çiçekli, 2014).

Organik tarım, en son teknoloji ve bilgiden yararlanan, bitkisel ve hayvansal üretimi bir bütün olarak kabul eden, tarımsal işletme içerisinde temin edilen girdileri kullanmayı amaç edinen, toprak verimini ve hayvan refahını önemseyen, tohumdan toprağa, girdiden işleme kadar belirli kurallar içerisinde denetim ve belgelendirmeyi gerektiren bir üretim sistemidir (Anonim, 2012a). Bu üretim sisteminde gübre ve pestisit kullanımı büyük ölçüde sınırlandırılmıştır. Ürün çeşitliliği öncelikli kurallardan biri olup, hedef çevreyi ve biyoçeşitliliği korumaktır. Organik tarımsal faaliyetlerde, kimyasal kalıntı bulunmayan, kaliteli tarımsal ürünü üretmeyi, kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımından çekinen, çevre ile dost üretim yöntemi geliştirmeyi ve toprak verimini koruyacak üretim yöntemlerinin kullanılması amaçlanmaktadır (Kodaş ve Er, 2012).

Gıda ürünlerinin organik gıda olarak sunulabilmesi için organik ürün sertifikasına sahip olması gerekmektedir. Organik ürün sertifikası, yetkilendirilmiş bağımsız kuruluşlar tarafından ekimden hasada kadar olan süreçte üretimi belirli standartlara göre kontrol edilerek

verilmektedir. Sertifika sistemi, organik ürünlerin belirlenmiş olan standartlara göre üretildiğini, işlendiğini ve pakletildiğini temin etmektedir (Demiryürek, 2016). Ambalaj bakımından, organik ürünleri konvansiyonel ürünlerden ve diğer ürünlerden ayıran iki temel özellik bulunmaktadır. Birincisi organik ürün etiketi ve diğeri ise organik ürün logosudur (Alsultan, 2018). Her geçen gün artan eğitim seviyesi ile birlikte daha da bilinçlenen tüketicilerin çevresel duyarlılığı ve tüketimdeki farkındalığı da artmaya başlamıştır (Güngör, 2019). Bunun sonucunda, birçok ülkede konvansiyonel ürünlerden uzaklaşarak organik ürünlere doğru yönelme başlamış ve ayrıca önemli bir pazar oluşmuştur. Hem ülkemizde hem de dünyada organik tarım faaliyetleri artan taleplere bağlı olarak hızlı bir şekilde gelişme göstermektedir (Olgun, Artukoğlu ve Adanacıoğlu, 2008). Ülkemizde, organik tarım mevzuatının Avrupa Birliği mevzuatına uyumlu hale getirilmesi ve ulusal organik tarım eylem planının hazırlanması da ülkemizde organik tarıma ve organik gıda ürünlerine büyük önem verildiğini göstermektedir. Organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen geniş yelpazedeki tarımsal ürünler aynı zamanda gıda sektörünün sağlıklı gıda üretim hedefini destekleyici özelliklere sahiptir (Yılmaz, 2018). Tüm bu gelişmelerle birlikte, ülkemizde konvansiyonel tarıma yöntemiyle üretilmiş susam talebi ile birlikte son yıllarda organik tarım faaliyetleri sonucu üretilmiş organik susam talebi de artmaya başlamıştır.

Sanayi sektörüne hammadde veren en önemli ekonomik faaliyetlerden biri tarım sektörüdür. Ürünleri fabrikalarda işlenerek, farklı özellikteki mamul maddelerin elde edildiği tarım bitkileri, sanayi bitkileri veya endüstri bitkileri olarak tanımlanmakta olup susam (*Sesamum indicum* L.) dünyada kültüre alınan en eski yağ endüstri bitkisidir (Akçaözlüoğlu ve Aliğaoğlu, 2019). Elde edilen verilere göre, ülkemizde, 1961-1963 yıllarında yağlı tohum ekim alanının %8,84'ünü susam bitkisi oluştururken, 2017 yılında bu oran %1,96 düzeyine kadar düşmüştür (Kadakoğlu ve Karlı, 2019). Diğer bir istatistiğe göre de ülkemizde susam bitkisinin 1990-2014 yılları aralığında ekim alanının %70 düzeyinde azaldığı görülmektedir (Seçer, 2016). Sonuç olarak, azalan yurtiçi üretim de artan talebi karşılayamadığı için ithalat zorunlu hale gelmiş ve ülkemiz dünya genelinde en fazla susam ithalatı yapan ülkeler arasında bulunmaktadır. Susam, Nijerya, Etiyopya, Sudan, Pakistan, Hindistan ve Çin gibi ülkelere ithal edilmektedir (Görgüç, 2018). Dolayısıyla susam ithalatında yaklaşık 230 milyon dolar üzerinde döviz kaybı olduğu bildirilmektedir. 2018 yılında ülke olarak tüketilen 152.000 ton susamın %11,4'lük bir oranı yerli üretim ile karşılanmıştır. Bununla birlikte, genel olarak yağlı tohum ithalat değerlerine bakıldığında da 800 milyon dolar üzerinde soya, 250 milyon dolar üzerinde ayçiçeği ve 100 milyon dolar civarında kanola yağlı tohumları ithal edildiği, 2017 yılı

itibariyle yağlı tohum ve türevleri ithalatında 3 milyar dolar düzeyinin aşıldığı bildirilmektedir (Kadakoğlu ve Karlı, 2019).

Susam, kültürümüzde ilk yağlı tohum bitkisi olması sebebiyle kökleşmiş bir geçmişe ve geniş kullanım ve değerlendirme alanına sahiptir. Bunlarla birlikte, susamın çok fazla kullanım alanı olmasına rağmen her şeyden önce bir yağ bitkisidir. Tohumlarında %45-60 düzeylerinde yağ içeriği bulunmaktadır (Uğurluay 2002, Bozkurt 2006). Susam bitkisi temelde yağ ve protein içeren tohumları için yetiştirilir ve yağlı tohumlar arasında değerlendirilir (Olowe, Idowu Victor ve Adeyemo, Adeniregun, 2009). (Kolsarıcı, Gür, Başalma, Kaya ve İşler, 2006). Susam yağının dengeli yağ asiti bileşimine sahip olması, doğal olarak bulunan sesamin, sesamol ve sesamolin ile tokoferoller gibi antioksidantlar ile bazı hidrokarbon ve bazı sterol bileşiklerinde antioksidant etkileri sayesinde oksidasyona karşı olan yüksek direnci olması sebebiyle üstün özelliklere sahiptir (Bozkurt, 2006, Şaman, 2012). Bahsi geçen antioksidanların varlığı susam yağını en kararlı bitkisel yağlardan biri haline getirmektedir (Olowe, Idowu Victor ve Adeyemo, Adeniregun, 2009). Susam proteinleri, esansiyel amino asitlerden lizin, metiyonin, sistein ve triptofanı önemli oranda içermektedir (Gandhi ve Srivastava, 2007). Susam çoğu bitki proteinine göre kükürt içeren aminoasitler bakımından zengindir. Bu nedenle, susam proteininin amino asit bileşimi, tahıl ve baklagiller üzerinde tamamlayıcı bir diyet katkısı olarak kullanılabilir (Karataş, 2015). Susam kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, fosfor vb. elementler ve besinsel lif açısından oldukça zengindir (Çavuşoğlu, 2017).

Susam yağı yemeklik bir yağ olmasına karşın ekonomik olmadığı için ülkemizde bitkisel yağ olarak kullanımını sınırlı kalmış ve günümüzde daha ziyade soğuk pres yağ olarak tüketicilere sunulduğu görülmektedir. Bununla birlikte, binlerce yıldır kullanılan susam Türk beslenme ve mutfak kültüründe çok önemli yere sahiptir. Ülkemizde susam tohumunun önemli bir bölümü tahin ve tahin helvası üretiminde hammaddeyi teşkil etmektedir (Uzun 1997). Susam dünyaca ünlü Türk atıştırmalığı olan “simit”in en temel katkı malzemesidir (Şahin, 2014). Aynı zamanda şekerleme ve pastacılık alanında tercih edilen susam, susam yağı ve benzeri ürünler gıda amaçlı tüketim dışında ilaç, kozmetik ve diğer endüstriyel amaçlar ile de kullanılmaktadır.

Tahin, susamdan (*Sesamum indicum* L.) üretilen ve ülkemizde yaygın olarak tüketilen geleneksel gıda ürünüdür. Türk Gıda Kodeksi Tahin tebliğine (Anonim, 2015a) göre, tahin tanımında uygun susam (*Sesamum indicum* L.) tohumlarının tekniğine uygun olarak kabukları ayrıldıktan ve fırında kurutulup kavrulduktan sonra değirmende ezilmesi ile elde edilen ürünü ifade eder bilgisi bulunmaktadır. Tahin başta pekmez olmak üzere bal ve şeker şurubu ile tatlandırılarak veya en yaygın hali olan tahin helvası olarak tüketilmektedir. Birçok salatada ve

mezelerde de tahin kullanılmaktadır. Tahin enerji değeri çok yüksek olan ve üretim hammaddesi olan susam nedeniyle çok değerli içerik ve düzeyde yağ, protein, antioksidan, elementler, besinsel lifler vb. bileşenleri içeren geleneksel bir ürünüdür. B vitamini türevleri bakımından zengin olup, tahin proteini metiyonin niceliği ile ete özdeş bir değer vermektedir. Bu nedenle Amerika Birleşik Devletleri'nde tahin ürünü için "sweetmeat" (tatlı et) ifadesi kullanılmaktadır (Gölükçü, 2000).

## 1.1. Literatür Özeti

### 1.1.1. Susamın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Ülkemizde küncü, şirik, şırlağan gibi bölgesel/yerel çeşitli isimlerle de bilinen susam *Personatae* takımı *Pedaliaceae* familyasına ait bir bitkidir. Takriben 40 türü bulunmakta olup bunlardan 13'ü kısmen kültürü yapılan tür ve sadece bir adedi kültürü yapılan susam (*Sesamum indicum* L.) türüdür (Gölükçü, 2000).

Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğinde (Anonim, 2013) tanımlar bölümünde susam için *Sesamum indicum* L. (*Pedaliaceae*) türüne giren bitki tohumlarının tekniğine uygun olarak kurutulmuş halini ifade eder bilgisi bulunmaktadır. Aynı tebliğde susama ait bulunması gereken bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere de yer verilmiştir. Buna göre, en çok %2 yabancı madde, en çok %8 rutubet ve yine en çok olmak üzere %5 kül (kuru madde içeriğinde) değerleri verilmiştir. İlave olarak, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından baharat tebliğinin yeni taslak halinin görüşe açıldığı bilgisi de bulunmaktadır.

Diğer taraftan, Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliğinde (Anonim, 2012b) susam yağı, susam bitkisinin (*Sesamum indicum* L.) tohumlarından elde edilen yağ olarak tarif edilmektedir. Aynı tebliğde susam yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi bileşimi ve sterol bileşimine yer verilmiştir.

Susam tohumunda %50–60 ham yağ ve %20–30 oranında ham protein bulunması nedeniyle önemli bir endüstri bitkisidir. Susam yağı, içerdiği sesamol ve sesamolin gibi antioksidan maddeler sebebiyle oksidatif reaksiyonlara karşı çok dayanıklıdır. Susam küspesinde %40-45 düzeylerinde ham protein bulunması hayvan yemi olarak önemini arttırmaktadır (İlisulu, 1973). Baydar (2000), genel olarak bakıldığında, dünyada susam çeşit ve populasyonlarının ham yağ içeriği %40-59 arasında değişim gösterdiğini, ülkemizde ise kültürü yapılan yerel susam çeşit ve populasyonlarında ham yağ içeriği %35-62 arasında değiştiğini bildirmektedir.

Cemeroğlu ve Acar (1986), susam tohumunda ham yağ oranının %45-63, ham protein oranının %19-31 ve karbonhidrat oranının da %14 olarak verirken, susam tohumunun kabuk



oranının %15-20 düzeyine kadar ulaşabildiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada yağı alınmış susam küspesinde ham protein oranının %60'a kadar çıkabileceği ifade edilmektedir

Salunke ve ark. (1992), karbonhidrat içeriğini %21-25, yağ içeriğini %43-51, ham protein içeriğini %18,3-22 ve nem değerini de %5,3-8 olarak vermektedir. Özcan ve Akgül (1995) ham protein, ham yağ, nem ve kül içeriklerini sırasıyla %16,44-22,07; %52-61; %3,16-4,67 ve %3,67-5,39 olarak bildirmektedirler.

Farklı bir çalışmada ise (Alperen, 2013) susam çeşitlerinin ham yağ düzeylerinin %49,21-%54,71 arasında, ham protein düzeylerinin de %21,88-%26,17 arasında olduğu belirlenmiştir. Musa (1993) tarafından verilen sonuçlara göre, susam tohumlarında kül değerinin %3,67-5,39, ham protein içeriğinin %16,44-22,07 ve ham yağ içeriğinin %52-61 arasında olduğu görülmektedir. Akpınar (2017) ise, susam çeşitlerinin ham yağ düzeylerini %31,4-47,1 arasında, ham protein düzeylerini de %19,3-23,7 arasında vermektedir.

Özdemir (2001) çalışmasında, kabuklu susam tohumunda nem oranının %6,87 düzeylerinde, kabuğu soyulmuş susam içlerinde %6,81 düzeylerinde belirlemiştir. Araştırmacı nem içeriği ve depolama süresi arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Aynı çalışmada, kabuklu susamlarda ham protein düzeyi %18, kabuğu soyulmuş iç susamlarda ise %20,25 düzeyinde belirlenmiştir.

Gölükcü (2000) çalışmasında, susam tohumunun kabuk oranın %14,94, nem değerini %3,93, ham yağ oranın %55,37, kül değerini %5,23 ve ham protein içeriğini de %19,74 olarak vermektedir. Çalışmada element içerikleri de incelenmiş, kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, çinko, demir, bakır, manganez değerleri susam tohumu ve kabuğu soyulmuş susam içi düzeylerinde verilmiştir. Bu elementlerden demir ve bakır içerikleri susam tohumu ve kabuğu soyulmuş susam içinde sırasıyla 2,51 mg/kg ve 0,61 mg/kg, 17,28 mg/kg ve 12,53 mg/kg düzeyindedir.

Özcan (1993) çalışmasında, yerli ve ithal susam tohumlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Yerli ve ithal susam tohumlarında nem değeri sırasıyla %3,20-4,31 ve 3,16-4,47 olarak belirlenirken nem miktarına hasat işlemlerinin, ambalaj ve depolama şartlarının etkili olduğu da belirtilmiştir. Aynı çalışmada, yerli susamlarda kül miktarı %3,67-5,39 aralığında verilirken, ithal tohumlarda bu değer %4,96-5,32 olarak bildirilirken, kül içeriği değerleri yüksek olan susamlarda mineral madde içeriklerinin de yüksek olduğu belirtilmektedir. Yine aynı çalışmada, yerli ve ithal susam tohumlarının ham protein düzeyleri sırasıyla %16,44-22,07 ve %18,18-21,38, ham yağ düzeyleri ise %52-61 ve %53,3-55,5 olarak belirlenirken, söz konusu değerlere yetiştirme koşulları ile yapısal faktörlerin etkili olduğu ifade edilmiştir. Bakır ve demir düzeyleri yerli susam tohumlarında sırasıyla 15,58-20,45 ppm ve

65,20-85,95 ppm olarak belirlenirken, ithal susamlarda aynı elementler sırasıyla 17,53-19,48 ppm ve 72,61-80,92 ppm olarak bulunmuştur.

Günümüzde bitki kökenli gıda proteinleri, vegan gıdaların üretimindeki artış ve proteinlerin özelliklerinden dolayı oldukça popüler ve önemli hale gelmiştir. En popüler bitki kökenli proteinler soya fasulyesi, kinoa, mercimek, yer fıstığı ve chia tohumu proteinleridir. Buna karşın, literatürde susam tohumu proteinleri hakkında geniş kapsamlı bir çalışma bulunmamakta olup, susam tohumu ihmal edilemeyecek kadar çok önemli miktarda protein içeriğine sahiptir (Köysüren, 2020).

Kurtkaya (2018) çalışmasında, ülkemizde yetişen yirmi susam tohumu çeşidinin yağında, bazı kimyasal analizler yapılmış ve antioksidan aktiviteleri kıyaslaması yapılmıştır. Tohumların toplam yağ oranları %49,7-60,15 aralığında belirlenmiştir. Toplam doymuş yağ asidi içeriği en yüksek %17,93, en düşük ise %14,52 olarak bulunurken, toplam doymamış yağ asidi içeriği ise en yüksek %85,17, en düşük %82,07 olarak belirlenmiştir. Çalışmada toplam doymamış yağ asidi içeriği yüksek olan susam yağının oksidasyona karşı direncinin yüksek olduğu ve bunun içerdiği antioksidan maddelerden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Susam yağında bulunan oleik asit ve linoleik asit majör yağ asitleri olup toplam yağ asitlerinin %80'den fazlasını oluştururlar.

Dünya susam çeşit ve popülasyonlarında palmitik asit oranı %8,3-10,9, stearik asit içeriği %3,4-6, oleik asit oranı %32,7-53,9 ve linoleik asit oranı %39,3-59 arasında değişim göstermektedir (Yermanos, 1978). Ülkemizde kültürü yapılan yerel susam çeşit ve popülasyonlarında ise %8,7-10,2 arasında palmitik asit, %4-5 arasında stearik, %41,1-47,2 arasında oleik asit ve %38,2-43,4 arasında linoleik asit olduğu belirlenmiştir (Baydar ve ark., 1999). Yakar ve ark. (2021) çalışmalarında, susam tohumu yağlarında oleik asit (%45,82), linoleik asit (%37,5), palmitik asit (%9,11) ve stearik asitlerin (%5,99) en fazla bulunan yağ asitleri olduğu belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğinde (Anonim 2012b) susam yağı için yağ asiti kompozisyonunda palmitik asit %7,9-12, stearik asit %4,5-6,7, oleik asit %34,4-45,5, linoleik asit %36,9-47,9, linolenik asit %0,2-1 ve araşidik asit %0,3-0,7 aralığında verilmektedir.

Yerli ve ithal 16 farklı susam tohumunun yağlarında gaz kromatografisi yöntemiyle yağ asidi bileşimlerini belirleyen Özcan (1993), %9,1-11,38 palmitik, %iz-0,15 stearik, %31,61-57,19 oleik, %30,79-57,33 linoleik, %0,3-0,79 linolenik ve %iz-2.62 araşidik asit tespit etmiştir.

Jasad (2020) çalışmasında, ülkemizde tescilli 6 farklı yerli susam tohum çeşidinden soğuk pres yöntemi ile elde edilen yağların karakterizasyonu ve oksidatif stabilitesi incelemiştir. Çalışmanın sonucunda; serbest yağ asitliği (% oleik asit) %0,23-0,44, iyot sayısı 104,75-115,84 g/100g, arasında değişiklik göstermiştir. Susam yağlarının yağ asidi bileşiminde en önemli yağ asitlerinin palmitik (C16:0), stearik (C18:0), oleik (C18:1) ve linoleik (C18:2) yağ asitleri olduğu belirlenmiştir. Bu yağ asitlerin miktarları sırasıyla %9,23-9,83, %4,99-5,55; %42,08-45,28 ve %38,73-41,69 olarak belirlenmiştir.

Baydar ve ark. (1999) çalışmalarında, yetmiş iki farklı Türk susam çeşidinde oleik asit oranını %41,1-47,2, linoleik asit oranını %38,2-43,4, palmitik asit oranını %8,7-10,2 ve stearik asit oranını ise %4-5 aralığında belirlemişlerdir. Kuzey bölgelerde yetişen susamların daha fazla linoleik asit ve palmitik asit, daha az stearik asit ve oleik asit içerdiklerini tespit etmişlerdir.

Susam yağının yağ asidi bileşiminde bulunan önemli yağ asitleri oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve stearik asit olup bu yağ asitleri sırasıyla %43, %43, %9 ve %4 oranlarında bulunmaktadır (Sowmya ve ark., 2009). Elleuch ve ark. (2007) çalışmalarında, susam yağının yağ asidi bileşiminin %44,06 oleik asit, %35,56 linoleik asit, %11,18 palmitik asit, %6,4 stearik asit, %0,5 linolenik asit ve %0,4 araşidik asit içerdiğini belirlemişlerdir.

Yağ bitkilerinin yağ asidi bileşimi sürekli sabit olmamaktadır ve çeşitli fizyolojik, ekolojik ve kültürel faktörlerin etkisi altında az çok değişebilmektedir. Birçok yağ bitkisinde yağ asitlerinin başta sıcaklık olmak üzere çeşitli iklim koşullarına duyarlı olduğu bilinmektedir (Baydar ve Turgut, 1999).

Konsoula ve Liakopoulou-Kyriakides (2010) çalışmalarında çeşitli bitkisel sıvı yağlara kavrulmamış/kavrulmuş kabuklu ve kabuksuz susam tohumu ekstraktları ile bunlardan elde edilen susam yağlarını ilave edilerek söz konusu yağların termal stabiliteleri incelemişlerdir. 100°C'de ısıtılan bitkisel sıvı yağlardan en dayanıklı olanın kavrulmamış kabuklu susam ekstraktı ilave edilen olduğu belirlenmiştir. Abou-Gharbia ve ark. (1997) çalışmalarında kabuklu susam tohumundan elde edilen susam yağının kabuksuz susam tohumundan edilen susam yağından daha yüksek oksidatif stabilite özelliğine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Susam yağında üç sınıf sterol arasında başlıca desmetil sterol (%85-89), monometil (%9-10) ve dimetil (%2-4) en önemlileridir. Susam yağında bulunan başlıca steroller ise  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol ve kampesteroldür. Ryan ve ark. (2007), susam yağında 39 mg/100g  $\beta$ -sitosterol, 22,3 mg/100g kampesterol ve 41,5 mg/100 g stigmasterol bulunduğunu bildirmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliğinde (Anonim 2012b) susam yağı için sterol kompozisyonu verilmiştir. İlgili tebliğe bakıldığında, susam yağının sterol bileşimi (toplam sterol yüzdesi olarak) %0,1-0,2 brassikasterol, %10,1-20 kampesterol, %3,4-12 stigmasterol, %57,7-61,9  $\beta$ -sitosterol, %6,2-7,8 delta-5-avenasterol, %0,5-7,6 delta-7-avenasterol olarak verilmekte olup toplam sterol miktarı da 4500-19000 mg/kg aralığında verilmektedir.

Ünal ve Yalçın (2008), bazı tescilli susam tohumu yağlarında sterol bileşimlerini belirlemiş, %17,8-18,86 kampesterol, %6,87-7,55 stigmasterol, %0,82-1,79 klerosterol, %64,02-61,19  $\beta$ -sitosterol ve %5,39-7,61 delta-5-avenasterol oranlarını vermektedir. Jasad (2020) çalışmasında, ülkemizde tescilli altı farklı yerli susam tohum çeşidinden soğuk pres yöntemi ile elde edilen yağlarda  $\beta$ -sitosterol, en fazla oranda bulunan sterol çeşidi olarak 316,25-498,06 mg/kg arasında belirlenmiştir. Aynı çalışmada, kampesterol 73,40-115,30 mg/kg, stigmasterol 26,55-39,64 mg/kg aralıklarında belirlenirken toplam sterol miktarı ise 427,97-662,83 mg/kg aralığında belirlenmiştir.

Beyaz ve kahverengi susam çeşitleri sterol miktarları açısından değerlendirildiğinde kahverengi çeşitlerin beyaz çeşitlerden daha yüksek sterol içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Pathak ve ark. 2014). Sterol bileşimleri bitkisel yağlar açısından parmak izi niteliği taşımaktadır. Yağın botanik orijinini, taklit ve tağşiş durumlarını belirlemek için kullanılan oldukça önemli bir kriterdir.

### 1.1.2. Tahin

Arapçada öğütmek, un haline getirmek anlamındaki “tahn” sözcüğünden dilimize tahin olarak geçen sözcük, öğütülmüş susam anlamındadır. Susama temizlik, kabuk ayırma, kavurma ve öğütme gibi farklı işlemlerin uygulanması ile üretilen ve Asya, Ortadoğu ve Akdeniz ülkelerinde kullanımı yaygın olan tahin besin değeri yüksek olması ve üstün lezzet özelliği ile uzun yıllardır sade veya diğer gıda maddeleri ile kullanılan değerli bir gıdadır. Tahin yüksek oranda protein ve yağ içeren kolloidal bir yapıya sahiptir (Özcan ve Akgül, 1994, Başdoğan, 2016). Diğer bir ifade ile, tahin ürünü temel olarak susam yağı içinde süspansiyon haline getirilmiş proteinden oluşan kolloidal bir çözeltidir (Özer, 2019).

Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) tahin ürününün özellikleri Çizelge 1.1’de verilmektedir. İlgili tebliğde tahin kendine has renk, tat ve kokuda olur ifade ile tahinde yabancı madde bulunamaz ancak üretim teknolojisi gereği kullanılan nişasta yabancı madde olarak değerlendirilemez ifadesi yer almıştır. İlgili tebliğ (Anonim, 2015a) kapsamında, arsenik, kurşun, bakır ve demir miktarları da yer almakta olup Çizelge 1.2’de verilmektedir.

Çizelge 1.1. Türk Gıda Kodeksi Tahin tebliği tahin ürününün özellikleri (Anonim, 2015a)

<b>Bileşenler</b>	<b>Kütlece</b>
Susam Yağı (en az, %)	50
Rutubet (en çok, %)	1,5
Protein (en az, %)	20
Kül (en çok, %)	3,2
Asitlik (oleik asit cinsinden) (en çok, %)	2,4
Acılık: Kreis testi negatif, acılaşıma olmamalı	-

Çizelge 1.2. Türk Gıda Kodeksi Tahin tebliği tahin ürününün içerebileceği arsenik, kurşun, bakır ve demir miktarları (Anonim, 2015a)

<b>Element cinsi</b>	<b>Miktarı (en çok, mg/kg)</b>
Arsenik (As)	0,2
Kurşun (Pb)	0,3
Bakır (Cu)	18
Demir (Fe)	75

Literatür çalışmaları incelendiğinde, susam ve susam yağı ile ilgili oldukça çok fazla çalışma bulunduğu halde tahin ile ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Başdoğan, 2016). Tahinin fiziksel ve duyuşal özellikleri ile kimyasal bileşimi üretimde kullanılan susam tohumuna ve üretim aşamalarındaki farklı uygulamalardan dolayı farklılıklar göstermektedir. Bilhassa kavurma aşaması susamın tahine işlenmesinde oldukça önemli bir aşamadır. Kavurma işlemine bağlı olarak tahinin bazı özellikleri değişiklik göstermektedir (Akbulut ve Çoklar, 2008, Çavuşoğlu, 2017). Kavurma işlemi kahve, fındık ve susam gibi ürünlere arzu edilen tat ve aroma, tekstür sağlama amacıyla uygulanan bir olup, tahinin besinsel özelliklerine de etkileri bulunmaktadır.

Özcan ve Akgül (1994) çalışmalarında, farklı bölgelerden elde edilen tahinin kimyasal bileşiminde ham yağ oranını %46,90-58,70 aralığında, ortalama olarak ise %55,27 olarak vermektedirler. Aynı çalışmada ham protein oranı ise %17,88-24,27 aralığında değişim gösterirken ortalama %20,30 olarak belirlemişlerdir. Nem değeri %0,39-1,47 (ortalama %0,86) aralığında, kül değeri %2,60-3,70 (ortalama %2,96) aralığında ve tuz değeri de %0,22-0,69 (ortalama %0,38) verilmektedir.

Tahinin bileşimde ayrıca magnezyum, kalsiyum, demir vb. değerli elementler de bulunmaktadır. Yine aynı çalışmada (Özcan ve Akgül, 1994), Na, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn element miktarları sırasıyla, %0,17-0,27; 0,24-0,53; 0,75-1,40; 13,55-20,45 ppm, 52,02-80,92 ppm, 14,34-21,90 ppm ve 61,95-100,65 ppm olarak verilmektedir. Çalışmada tahin örneklerinin

element içeriklerinin susam tohum örneklerine göre Na hariç olmak üzere daha düşük düzeylerde olduğunu ve bunun sebebinin de kabuk soyma olmak üzere tahin üretim işlemlerinin element kaybına yol açtığı, yüksek Na içeriğinin ise kabuk soymada kullanılan salamuradan kaynaklandığı ifade edilmektedir. Özcan ve Akgül (1994) çalışmalarında inceledikleri tahinlerin serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerini ise sırasıyla %0,21-0,95 (ortalama %0,38) aralığında ve 1,63-2,99 meqO<sub>2</sub>/kg (ortalama 2,49 meqO<sub>2</sub>/kg) aralığında belirlemişlerdir. Araştırmacılar, serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinin tahin üretimindeki teknolojik işlemlere bağlı olarak susam tohumlarına göre farklılık gösterdiğini bildirmektedirler.

Lokumcu (2000), tahinin reolojik karakterizasyonunu incelediği çalışmasında kullandığı tahinin kimyasal bileşimi %58,7 yağ, %25,93 protein, %2,55 kül, %0,76 selüloz, %0,63 rutubet ve %0,42 tuz olarak vermiştir. İlave olarak, tahinin yağ asidi bileşiminde başlıca yağ asitleri olarak oleik asit (%41,75), linoleik asit (%40,14) ve palmitik asit (%9,1) olduğunu belirlemiş olup literatür ile uyumlu olduğunu da ifade etmektedir.

Yağ ve protein yönünden oldukça zengin olan tahin ürünü mineral madde içeriği bakımından da önemlidir. Bununla birlikte, tahin üretim aşamalarında kabuk soyma işlemi başta olmak üzere diğer üretim aşamalarında mineral madde özellikle de kalsiyum kaybına uğramaktadır. Dolayısıyla, kabuk temizleme ve soyma işleminde kullanılan tuz kaynaklı olarak sodyum hariç, susam tohuma göre daha az düzeyde mineral madde içermektedir. Tahinin fosfor ve magnezyum içerikleri susam tohumuna göre daha düşük, bakır, mangan ve çinko içerikleri ise susam tohumu içeriğine yakındır. Bir insanın günlük alması gereken mineral madde miktarı bakımından değerlendirildiğinde, tahin zengin bir mineral madde kaynağıdır (Özcan ve Akgül, 1994, Lokumcu, 2000).

Sawaya ve ark. (1985) çalışmalarında tahinde 10 farklı mineral madde belirlerken Na, K, Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve Se miktarları sırasıyla 251 mg/100g, 354 mg/100g, 61 mg/100g, 692 mg/100g, 362 mg/100g, 7,2 mg/100g, 7,8 mg/100g, 2 mg/100g, 1,5 mg/100g ve 0,05 mg/100g olarak verilmektedir. Lindler ve Kinsella (1991) çalışmalarında tahinde %59 ham yağ ve %25 ham protein değerlerini bulurlarken, %3,7 karbonhidrat, %0,37 (370 mg/100g) Na ve %0,29 290 mg/100g K içeriği de verilmektedir.

Susamdan son ürün tahine kadar olan üretim aşamalarında çeşitli fiziksel, kimyasal, duyuusal ve antioksidan özelliklerde değişimler meydana gelmesi hususu bazı çalışmaların konusu olmuştur. Borchani ve ark. (2010) çalışmalarında, susamın tahine işleminin yağ asidi bileşimine etkisini incelemişler olup, bunun için işlenmemiş ham susamla, kabukları soyulmuş, kavrulmuş ve daha sonra öğütülmüş susamlar karşılaştırılmıştır. Ham susamda %12,9 palmitik asit, %0,22 palmitoleik asit, %5,76 stearik asit, %41,68 oleik asit, %38,29 linoleik asit, %0,48

linolenik asit, %0,53 araşidik, %0,15 eikosenoik asit bulunduğu, susamın tahine işleme ile yağ asiti bileşiminde istatistiksel olarak önemli farkın olmadığını bildirmişlerdir.

El-Adawy ve Mansour (2000) çalışmalarında, farklı kavurma işlem ve parametrelerinin tahinin besinsel özellikleri üzerine etkisini oldukça detaylı incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, kaliteli bir tahinin kabuğu soyulmuş susamın kavrulması ile üretilebileceği ve uygun parametrenin 130°C'de 1 saat olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca mineral maddelerden Na, Mg, K, Cu, Zn ve Fe yüksek miktarlarda belirlenirken, Ca mineralinin düşük düzeyde olduğu, bunun da susam tohumundan kabuk ayrılma işlemiyle meydana geldiği bildirilmektedir. Çalışmada farklı kavurma teknikleri ile üretilen tahinlerde 1,24-1,30 g/kg Na, 0,62-0,66 g/kg Ca, 3,02-3,11 g/kg Mg, 2,88-2,93 g/kg K, 0,020-0,021 g/kg Cu, 0,080-0,083 g/kg Zn, 0,085-0,089 g/kg Fe ve 0,015-0,017 g/kg Mn tespit edilmiştir. Çalışmada farklı kavurma işlemlerinin mineral madde miktarına oldukça düşük düzeyde etkili olduğu da belirtilmektedir.

Tanrıverdi (2017) çalışmasında, susam ve kabuğu soyulmuş susam mineral madde içerikleri, Mg, Al, P, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, As, Se, Cd, Ba, Hg ve Pb belirlenmiş, susam tohumuna uygulanan ön işlemlere ve kabuk soyma işlemine bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, kabuk soymanın mineral madde içeriklerine etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, enzim uygulamasının susam tohum kabuğunun soyulmasında, geleneksel kabuk soyma yönteminden daha etkin olduğu, enzim uygulamasının tahin üretiminde geleneksel kabuk soyma yöntemine alternatif olarak kullanılması önerilmektedir.

Kömez (2002) çalışmasında tahin üretimi için uygun üretim parametreleri araştırılmış olup, ithal Sudan susamına 6,8 ve 10 saat ıslatma süresi, %12-16 tuz konsantrasyonu, %0,1-0,2 kireç konsantrasyonu, 100-150°C kavurma sıcaklığı, yerli susama ise 10-14 saat ıslatma süresi, %10-14 tuz konsantrasyonu, %0,1-0,2 kireç konsantrasyonu, 100-150°C kavurma sıcaklığı uygulanmış ve fizikokimyasal özellikler belirlenmiştir. İthal susamdan üretilen tahinlerde %2,78-2,82 rutubet, %3,3-3,4 kül, %0,35-0,99 tuz, %25,96-28,1 protein, %45,72-51,96 yağ, %0,36-0,48 asitlik değerleri belirlenmiştir. Diğer taraftan ise yerli susamlardan üretilen tahinlerde %2,78-2,79 rutubet, %3,54-4,05 kül, %1,01-1,27 tuz, %18,42-24,46 protein, %47,94-55,5 yağ, %0,51-0,58 asitlik değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, ithal susamdan üretilen tahin için 6 saat ıslatma süresi, %16 tuz konsantrasyonu uygulaması, %0,1 kireç konsantrasyonu, 130-150°C kavurma sıcaklığının en iyi üretim şartlarını sağladığı, yerli susamdan üretilen tahin için aynı kriterlerin sırasıyla 12 saat, %14, %0,1 ve 130-150°C değerlerinde en iyi üretim şartlarını sağladığını belirlemiştir.

Özcan ve Akgül (1993), tahin üretiminde en uygun kavurma sıcaklığının ve süresinin 100-150°C'de 2,5-3 saat olduğunu belirtmektedirler. Kahyaoğlu ve Kaya (2006), kavurma işlemi sürecinde rutubet oranının düştüğünü, sarılık ve kırmızılık değerlerinin arttığını, daha kırılğan bir yapı kazandığını belirlemişlerdir.

Özalp (2019), kavurma işlemi (110°C'de) ile başlangıcındaki kabuklu susam yağının 175 dakikalık kavurma süresi sonundaki toplam doymuş, toplam tekli ve toplam çoklu doymamış yağ asidi oranlarını belirlemiştir. Çalışma sonucuna göre, toplam doymuş yağ asidi miktarının %17,37 iken, bu miktarın 175 dakikalık kavurma süresi sonunda %17,09, toplam tekli doymamış yağ asidi miktarının ise %41,83 düzeyinden %42,07 düzeyine ve toplam çoklu doymamış yağ asidi miktarının da %40,79 düzeyinden %40,84 düzeyine değiştiğini belirlenmiştir. Çalışmada yağ asidi bileşiminde oluşan değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, Bozkır tahin ürünüde toplam doymuş, toplam tekli ve toplam çoklu doymamış yağ asidi oranları sırası ile %16,15; %43,53 ve %40,31 olarak verilmektedir.

Schlörmann ve ark. (2015), farklı sıcaklık ve sürelerde kavurmanın fındık, badem, antep fıstığı ve cevizin yağ asidi bileşimi üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kavurma işlemi ile yağ asidi bileşiminde değişim olmadığını belirlemişlerdir.

Susamda kabuk oranı önem arz etmekte olup, kabuk içerdiği yüksek düzeyde okzalik asit ve fitik asit içeriğinden dolayı metabolizmada bazı olumsuzluklara sebep olmaktadır. Susamın tahine işlenmesinde susam kabuğunun soyulmasının sebeplerinden biri bu konudur. Susamın kabuk oranının %9-20 aralığında değişim gösterdiği bilinmektedir (Özdemir, Gölükcü ve Erbaş, 2006)

Çavuşoğlu (2017) çalışmasında, tahin üretim aşamalarında oluşan fizikokimyasal ve antioksidant özelliklerdeki değişimleri belirlemek için susam, kabuğu soyulmuş iç susam, kavrulmuş iç susam, elek altı kabuk ve tahin örneklerini incelemiştir. Çalışmada örneklerde, ren, kurumadde, protein, yağ, kül, pH, sesamin, yağ asidi bileşimi, mineral madde bileşimi, toplam fenolik madde, antioksidant aktivite (FRAP, DPPH) değerleri belirlenmiştir. Susam ve tahin örneklerinde sırasıyla kurumadde değerleri %95,71-99,65; yağ değerleri %53,14-58,37; protein değerleri %20,18-26,79 ve kül değerleri %5,70-3,44 olarak verilmektedir. Çalışma susamın antioksidan kapasitesinin son ürün tahine göre daha yüksek olduğu, kepek (kabuk) kısmının ayrılması ile antioksidan özelliklerde azalmalar olduğu belirlenmiştir. İlave olarak, tahin üretim aşamalarının yağ asidi bileşimine etkisi olmadığına bildirilmektedir. Çalışmada, tahin işleme aşamalarında kabuğun ayrılması ile nisbi olarak azalan minerallerin (Mg, Fe, P, Zn) kabukta, diğerlerinin ise susam iç kısımda daha yüksek olduğu, Al, Ca, Cu, K



minerallerinin miktarları azalmasına rağmen kabukta, kabuklu susama göre, daha düşük miktarlarda bulunduğu da belirlenmiş olup tahin üretim sırasında kabuk soyma işleminin mineral madde içeriğinde azalmaya sebep olduğu ifade edilmektedir. Çalışmada sonucunda, antioksidan özelliklerde susamdan tahin ürününe kadar oluşan kayıpları engelleyebilmek için susamın en kısa sürede öğütülmesi, hava ile temasının asgariye indirilmesi ve uygulanan sıcaklığın optimize edilmesi gerektiği önerilmektedir.

Elleuch ve ark. (2007) çalışmalarında, susam tohumu ve tahin üretiminde atık olarak ayrılan kabuğunun bazı kimyasal özellikleri incelenmiş olup, susam kabuğunun susam tohumuna göre daha yüksek düzeylerde kül, lif, polifenolik bileşik, daha az miktarda ham protein ve ham yağ içerdiğini belirlemişlerdir. İlave olarak, susam kabuğundan kaynaklı yağın klorofil, polifenol ve sesamol düzeylerinin susam tohumundan üretilen yağdan daha fazla olduğu bildirilmektedir. Özer (2019) çalışmasında, Türkiye’de takriben 20.000 ton susam kabuğu ve kepeği işlenmeden atıldığını, yüksek protein miktarı ve amino asit içeriği bakımından susam kabuk/kepeğinde bulunan proteinlerin geri kazanımının oldukça önemli olduğunu bildirmektedir. Özer (2019) çalışmasında, susam kabuk/kepeğinin antioksidan özellikli maddeler bakımından zengin bitkisel protein izolatları üretmek için potansiyel kaynak olduğunu belirlemiştir.

## 1.2. Çalışma Amacı ve Kapsamı

Susamdan tahin eldesi, kabuk ayırma, salamura, kireçleme, durulama, kurutma, kavurma ve öğütme aşamalarından oluşmaktadır. Su püskürtme ve suda bekletme yöntemi ile döner sistemde susamın kabukları ayrılmakta ve kabuksuz susam (susam içi) çıkmaktadır. Tuzlu su ile yoğunluk farkından yararlanılarak susamın kalan kabukları ayrılmakta ve tamamen kabuklarından ayrılan susam içi kireçte bekletilip daha sonra yıkanarak tuzundan ve kirecinden arındırılmaktadır. Durulanmış susam kurutulduktan sonra kavrulup son aşama olarak öğütülmektedir. Öğütülen kavrulmuş susam içeri, son ürün olan tahini oluşturmaktadır.

Tarımsal ürünlerin gıdaya işlenmesinde, gelişen teknolojinin de etkileriyle çeşitli işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemler arasında değişik gıda işleme teknikleri, ambalajlama ve depolama teknikleri yer almaktadır. Söz konusu işlemler, bitkilerin yetiştirilmesinden başlayarak gıda olarak tüketilmesine kadar pek çok aşamada gıdaların yapılarında değişimlere veya bazı hallerde bulaşmalara neden olmaktadır (Ötleş, 2011). Tahin üretim aşamalarında fizikokimyasal özelliklerde çeşitli değişimler meydana gelebilmektedir (Çavuşoğlu, 2017). Birçok çalışma farklı gıda işleme teknikleri kullanılsa da organik gıda ürünlerin konvansiyonel gıda ürünlerine göre daha güvenli olduğunu göstermektedir. Bununla beraber, yine de daha

kapsamlı çalışmalara ihtiyaç olduğu bilinmektedir. İlave olarak, organik tarımsal hammaddelerin yarı mamul ve/veya mamul gıdalara işlenmesi sırasında kullanılan üretim metotlarının ve kullanılan işlem parametrelerinin fiziksel, kimyasal ve duysal vb. özelliklere etkilerinin irdelenmesi organik gıda üretimi kapsamında büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, susamdan son ürüne kadar olan konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarındaki proses farklılıkları da göz önünde bulundurularak son ürün olan konvansiyonel ve organik tahinlerde meydana gelen bazı fizikokimyasal özelliklerdeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda, konvansiyonel ve organik tahin üretim basamakları ayrı ayrı incelenerek, proses farklılıkları, bu farklılıkların ürünlerdeki etkileri ve organik ve konvansiyonel tahinin bazı fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, konvansiyonel tahin ve organik tahin ürünleri karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan tüm örnekler endüstriyel ölçekte tahin üretimi yapmakta olan ve İstanbul'da faaliyet gösteren ulusal bir özel firmadan temin edilmiştir. Örnekler, endüstriyel ölçekli konvansiyonel ve organik tahin üretim hatlarından alınmıştır. Örnek alımı yapılan firma konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan susamları yurtdışından ve organik tahin üretiminde kullanılan susamları ise organik ürün sertifikasına sahip ve yurtiçinden (Akdeniz bölgesinden) sağlamaktadır.

Endüstriyel ölçekli konvansiyonel ve organik tahin üretim süreci temizleme, kabuk soyma-ayırma, salamura, kireçleme, yıkama-durulama, ön kurutma, kavurma ve öğütme aşamalarından oluşmaktadır. Söz konusu aşamalardan kabuklu susam, kabuksuz iç susam (kabuk soyma-ayırma işlemi çıkışı), ön kurutma işlemi çıkışı iç susam, kavurma işlemi çıkışı kavrulmuş iç susam ve öğütme işlemi çıkışı konvansiyonel/organik tahin örnekleri alınmıştır.

Örnek alımları aynı hammadde kullanılarak yapılan üretim süreçlerinden belirli aralıklarla üç defa olmak üzere 1'er kg olacak şekilde yapılmıştır. Alınan örnekler numaralandırılıp analiz edilinceye kadar üretimin yapıldığı firmada uygun şartlarda kapaklı numune kaplarında analizler yapılincaya kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Endüstriyel Ölçekte Tahin Üretim Yöntemleri

##### 2.2.1.1. Endüstriyel Ölçekte Konvansiyonel Tahin Üretim Yöntemi

Endüstriyel ölçekte konvansiyonel tahin üretim aşamaları Şekil 2.1'de verilirken ilgili açıklamalar alt başlıklar halinde verilmektedir.

##### 2.2.1.1.1. Temizleme İşlemleri

Fabrikaya alınan kabuklu susam tohumları ön kontrolden geçtikten sonra kabuklu susam tohumu ile birlikte bulunabilecek çeşitli organik ve inorganik yabancı maddeler (taş, toprak, sap vb.) uzaklaştırılır. Demir esaslı yabancı maddeleri ayırmak için elektromıknatıslar kullanılır.

## 2.2.1.1.2. **Kabuk Soyma ve Ayırma İşlemleri**

### 2.2.1.1.2.1. **Su Püskürtme İşlemi**

Temizlenmiş susam tohumları su püskürtme yolu ile nemlendirilir. Su püskürtülmesindeki amaç kabuğunun daha kolay soyulmasını sağlamaktır. Kabuk soymadan önce ön aşama olarak nitelendirilir. Susamın tahine işlenmesinde önemli aşama olarak kabuk soyma işlemi kabukları yumuşamış susam tohumlarından döner sistem kabuk soyma makinesi ile yapılır. Kabuk ayırma aşamasında kalan büyük parçalar ve iri kepekler dansöz eleğe alınır. Aynı zamanda fan yardımıyla ön elemde kalan kepekler yukarı gönderilerek sistemden çıkarılır.

### 2.2.1.1.2.2. **Salamura İşlemleri**

Bu aşamada 17 bome salamura suda 2 saat süre ile bekletme yapılır. Susamın salamura (tuz çözeltisi) tankında bekletilmesindeki amaç serbest kalan kabukların dibe çökmesini sağlamak ve susamı yumuşatmaktır. Yoğunluğu kabuğa göre daha düşük olan soyulmuş susamlar (susam içleri) yüzeye toplanırken kabuk kitlesi de yoğunluk farkından dolayı dibe çökmektedir. Susamlar salamurada bekletilmeyip su alarak şişmesi sağlanmazsa iyi pişme özelliği oluşmaz ve tahin verimi düşük olmaktadır. 2. salamura işlemi 1. salamuradan kaçan kabukların dibe çökerek sistemden çıkarılmasını ve bazı küçük parçaların salamurada çözünerek hattan ayrılması sağlanmaktadır.

### 2.2.1.1.3. **Kireçleme İşlemi**

Salamuradan çıkan kabuksuz susamlar kireçli suda (kalsiyum karbonat) bekletilir. Bekletme işlemi 0,5 kg kireç/100kg kabuksuz susam olacak şekilde 1-2 saat süre ile yapılmaktadır. Kireçleme aşamasındaki amaç ise susamın pişerken tavada yanmaması ve pişirme sırasında rengini korumasıdır. Kireçleme işlemi sayesinde susam tohumları yağını pişerken salmadığı bilinmektedir.

### 2.2.1.1.4. **Yıkama İşlemi**

Kireçleme işlemi sonrası kireçli su uzaklaştırılır ve kalan kireç ile önceki işlem nedeniyle kalmış olabilecek tuz da dört kez yıkama işlemi uzaklaştırılmaktadır. Yıkama işlemi ürünün lezzetine etkili işlemlerden olup yıkanana kabuksuz susam tohumları daha sonra süzülerek ve santrifüjden geçirilerek kalan su uzaklaştırılır.

#### 2.2.1.1.5. **Ön Kurutma İşlemi**

Yıkama işlemi sonrasında susam tohumları kurutma hattına alınır. Susam kurutma hattında kademeli olarak ön kurutma işlemi ile kurutulur. Yüksek su içerikli kabuksuz susam tohumlarında su değeri %30 civarlarına kadar düşürülür. Ön kurutma işlemi 90-100°C arasındaki sıcaklıklarda yapılmaktadır. İşlemler sırasında uygulanan sıcaklık dereceleri ve süreler işletmelere göre farklılıklar göstermektedir.

#### 2.2.1.1.6. **Kavurma İşlemi**

Kurutma işleminden kabuksuz susam tohumları kavurma hattına alınır. Yaklaşık 1,5-2 saat süren işlemde sıcaklık kademeli olarak 160°C'ye kadar çıkmaktadır. Nem değeri %2'nin altında olacak şekilde işlemler yürütülmektedir. Bu işlem aslında pişirme, kavurma, kurutmadan oluşmaktadır.

#### 2.2.1.1.7. **Soğutma ve Eleme İşlemleri**

Soğutma aşamasında (65-70°C'ye kadar) bu aşamaya kadar susam içinde hala gelmeye devam etmekte olan kepeklerde bulunmaktadır. Susam bu aşamada soğutulurken aynı zamanda dansöz elek yardımı ile de susam içinde kalan kepekler elenerek son bir temizleme işlemiyle hattan çıkarılmaktadır.

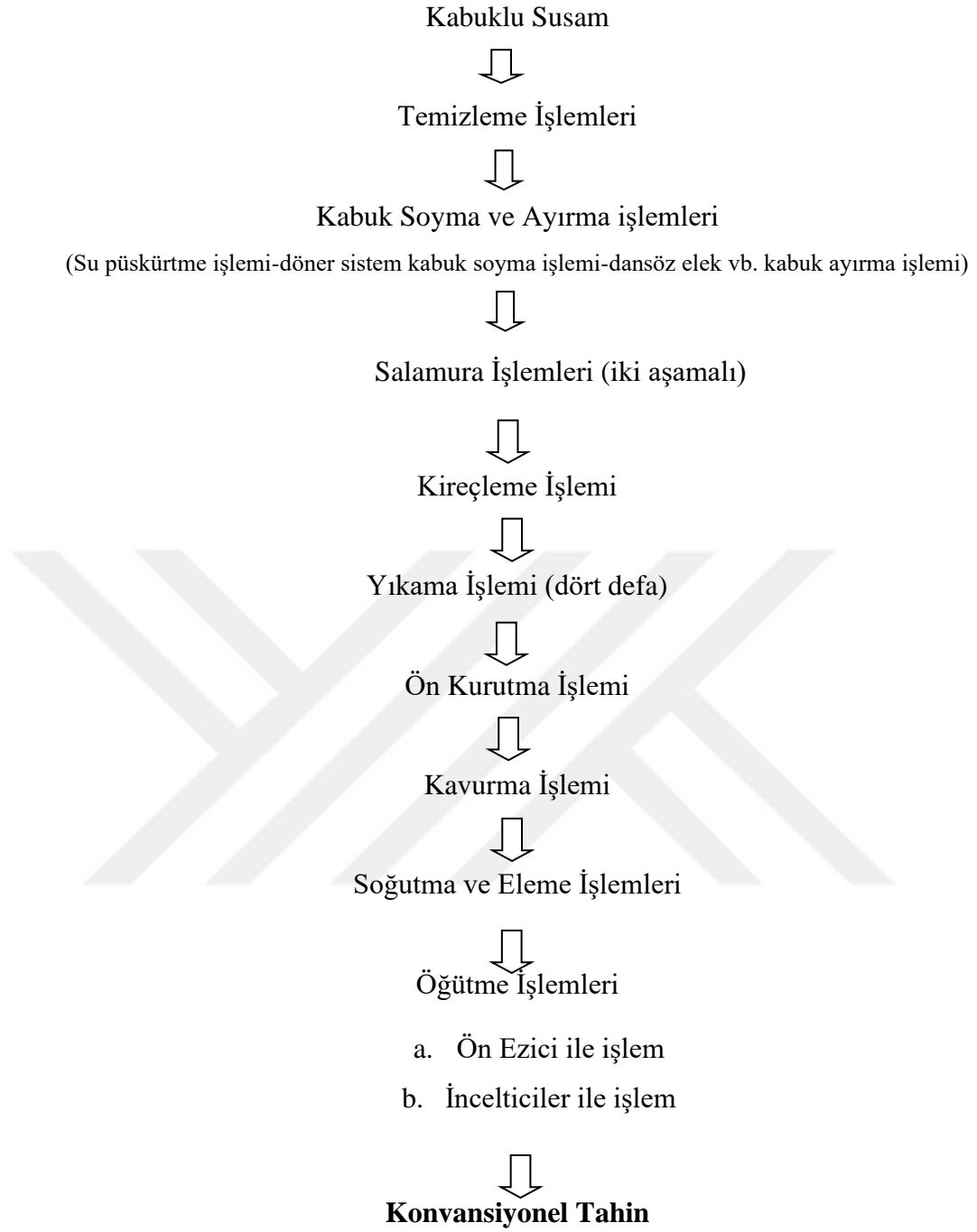
#### 2.2.1.1.8. **Öğütme İşlemleri**

##### 2.2.1.1.8.1. **Ön Ezici ile İşlem**

Öğütme işlemi iki aşamadan oluşmaktadır. Kaba ve ince öğütme olarak tanımlanan bu aşamalarda ilk olarak 65-70°C'ye kadar soğutulan susam ön eziciye alınır ve ezme işlemi başlatılır. Ön eziciden çıkan ilk tahin 120-130 mikron civarındadır ve beneklidir.

##### 2.2.1.1.8.2. **İncelticiler ile İşlem**

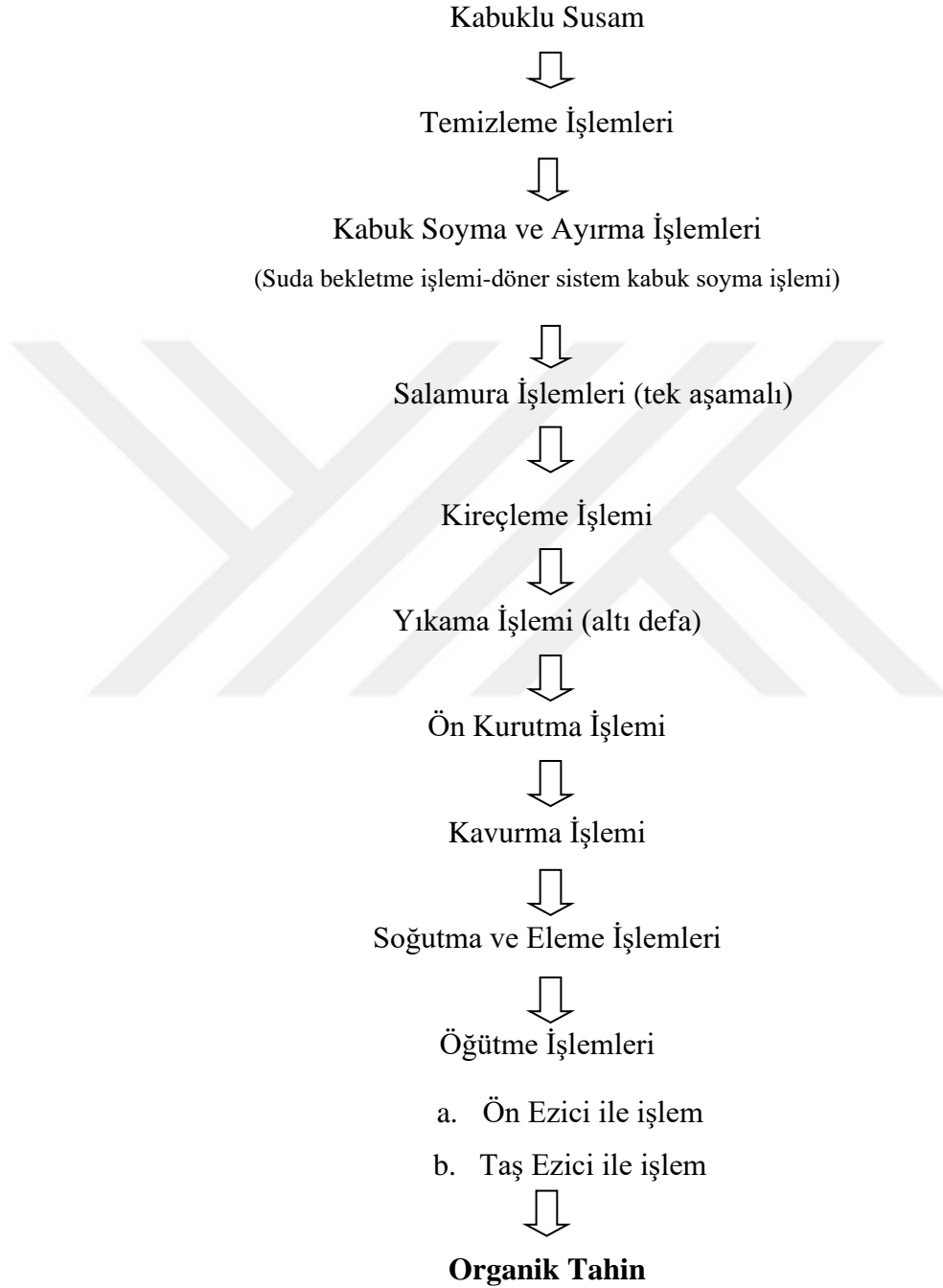
Ön eziciden çıkan benekli tahin incelticiye verilir. 120-130 mikron civarında olan tahin en son incelticiden çıktığında yaklaşık 35-40 mikron civarında olmaktadır. Tahin ne kadar çok incelticiden geçirilir ise o kadar sıvılaşır ve daha az benekli olur. İnceltirme durumu taleplere göre değişim göstermekte olup eğer daha sıvı görünümde bir tahin istenir ise bu değer 32 mikrona kadar düşürülmektedir.



Şekil 2.1. Endüstriyel Ölçekte Konvansiyonel Tahin Üretim Yöntemi Akım Şeması

## 2.2.2. Endüstriyel Ölçekte Organik Tahin Üretim Yöntemi

Endüstriyel ölçekte organik tahin üretim aşamaları Şekil 2.2’de verilmiştir. Endüstriyel ölçekte organik tahin üretim aşamaları açıklanırken endüstriyel ölçekte konvansiyel tahin üretim aşamalarındaki farklılıklara da vurgu yapılmıştır.



Şekil 2.2. Endüstriyel Ölçekte Organik Tahin Üretim Yöntemi Akım Şeması

Endüstriyel ölçekte konvansiyonel tahin üretimindeki işlemlere benzer olarak işletmeye gelen kabuklu organik susam içerisindeki çeşitli organik ve inorganik yabancı maddeler (taş, toprak, sap vb.) uzaklaştırılır.

Konvansiyonel tahin üretimindeki işlemlerden farklı olarak kabuklu organik susama su püskürtme işlemi uygulanmamaktadır. Organik susam kabuklarının kolay soyulabilmesi için direkt olarak suda bekletilmektedir. Bekletme süresi susamın kaynağına göre değişiklik göstermekle birlikte genelde yerli kabuklu organik susam 7 saat süre ile ithal kabuklu organik susam ise 3 saat ile suda bekletilmektedir. Çalışmanın yapıldığı işletme organik tahinin fiziksel ve duyuşsal niteliklerin daha uygun olması için suda bekletme işlemi tercih edilmektedir.

Döner sistem tankta susamlar kabuklarından kısmen ayrılır. Yerli organik susam yaklaşık 25 dakikada, ithal susam ise 3 dakikada kabuklarından ayrılabilir. Yerli organik susamların daha fazla suda beklemelerine rağmen kabuklarından daha zor ayrıldığı bu aşamada daha açık olarak görülmektedir. Konvansiyonel tahin üretim işlemlerine göre organik tahin işlemlerinde bu aşamada dansöz elek mevcut değildir. Sebebi ise susamların ıslak olmasıdır.

Organik susamlar da konvansiyonel tahin üretimindeki işlemlerde olduğu gibi şişmesi, daha iyi şişmesi ve kabuklarından daha iyi ayrılabilmesi için salamurada bekletilmektedir. Fazla hareketten kaçınıldığından organik susamlar dansöz elekten geçmemektedir. Dansöz elekten geçmeyen susamların içerisinde kepekler normal susama göre daha fazla kaldığından dibe çökme işlemi için organik susam salamurasında daha fazla tuz eklenmektedir. Bu aşamada 20 bome salamura suda 3 saat süre ile bekletme yapılır.

Salamuradan çıkan kabuksuz organik susamlar konvansiyonel tahin üretimindeki işlemlerde olduğu gibi kireçli suda (kalsiyum karbonat) bekletilir. Organik susam için kireç oranı daha fazladır. Bekletme işlemi 0,6 kg kireç/100kg kabuksuz susam olacak şekilde 1-2 saat süre ile yapılmaktadır. Bu durum organik üretimde direkt ateşli tavada pişirme işlemi uygulandığından bir miktar fazla kireç katılması yanmasını da engellemektedir. Ayrıca, kireçleme işlemi sayesinde susam tohumları yağını pişerken salmadığı bilinmektedir.

Konvansiyonel tahin üretimindeki işlemlerde olduğu gibi yıkama işlemleri yapılmaktadır. Organik tahin üretiminde daha fazla kireç kullanıldığı ve bomesi yüksek salamurada beklediği için organik susam daha fazla durulama tankında bekletilmekte olup takriben altı yıkama yapılmaktadır. Ön kurutma işlemi parametreleri konvansiyonel tahin üretimindeki işlemlerde olduğu gibidir. Buna karşın, organik tahin üretiminde kavurma işlemi farklı olarak buharlı pişirme değil ateşli pişirme yöntemi ile yapılmıştır. İşletme koşullarında yapılan denemeler buharlı pişirmeye göre ateşli pişirme ile yapılan tahin ürününün duyuşsal



özelliklerinin daha iyi olduğunu göstermektedir. Bu aşamada aslında pişirme, kavurma, kurutmadan oluşmaktadır.

Konvansiyonel tahin üretimindeki işlemlere benzer olarak soğutulan susam ön eziciye alınır ve ezme işlemi başlatılır. Ön eziciden çıkan ilk tahin 120-130 mikron civarındadır ve beneklidir. Buna karşın, konvansiyonel tahin üretim aşamasında bulunan incelticiler organik tahin aşamasında mevcut değildir. Ön eziciden çıkan tahin daha sonra tek bir eziciden (taştan) geçmektedir. Tek bir eziciden geçtiği için ürünün ezicide kalma süresi fazladır. Ezicide kalma süresi fazla olduğu için taşların hızlı dönmesiyle ürünün eziciden çıkış derecesi konvansiyonel tahine göre daha yüksektir.

### 2.2.3. Örneklerle uygulanan analiz yöntemleri

#### 2.2.3.1. Nem Tayini

Tartım kabı ve kapağı, desikatöre birbirinden ayrı olarak konuldu ve 30 dakika süre ile desikatörde bekletilerek tartıldı. Tartım kabına 5 g kadar örnek konularak tekrar tartıldı. Örnek bulunan kap önceden  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış etüve konuldu.  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 3 saat sonra kabın kapağı kapatılarak etüvden çıkarıldı, desikatöre konuldu, ortam sıcaklığına karar soğutuldu ve tartıldı. Örnek kabı yeniden 1 saat etüve konuldu, tekrar çıkarıldı, ortam sıcaklığına kadar soğutuldu ve tartıldı. İki tartı arasında fark 0,005 g den az olduğundan dolayı işlem bitirildi. Nem miktarı ürünün ağırlık yüzdesi olarak hesaplandı (Anonim, 2020).

#### 2.2.3.2. Ham Yağ Tayini

3 g örnek alınarak üzerine 1000 ml tamamlanıncaya kadar yaklaşık 966 ml saf su ve 34 ml HCl konuldu. Düzenekte yaklaşık 1-2 saat kaynatılan karışım filtre kağıdından geçirildi. Filtre kağıdına sık sık yıkama yapılarak karışımın yıkama yapılan saf suyun pH değerine gelmesi sağlandı. Son olarak filtre kâğıdı  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde 1 saat süre ile kurutuldu. Kurutulan filtre kağıtları kartuşların içerisine yerleştirildi ve üzerleri pamuk ile kapatıldı. Kartuşların üzerine 150 ml petrol eter eklenerek 3 saat boyunca yağ tayini cihazında işleme tabi tutuldu. Kartuşlar 3 saat sonunda çıkartıldı ve kartuşun bulunduğu kaptaki yağ+eter bulunduğu için eteri uçurmak amacıyla tekrar 1 saat  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde bekletildi. 1 saat sonunda desikatörde ortam sıcaklığına kadar soğutuldu, son tartım yapıldı ve ham yağ oranı yüzde olarak hesaplandı (Anonim, 2016).

#### 2.2.3.3. Ham Protein Tayini

Örneklerin azot içeriklerinin belirlenmesinde AOAC 992.15 Mikro Kjeldahl yöntemi kullanıldı (Anonim, 1997). Kjeldahl tüplerine 10-200 mg örnek tartılmış ve üzerine 2 g  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,

150 µL %5'lik (w/w) CuSO<sub>4</sub> ve 6 mL konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edildikten sonra yağ yakma işlemi uygulandı. Örnekler Kjeldahl yakma ünitesinde takriben 3-4 saat 350°C'de berraklaşınca kadar yakıldı. Örnekler soğutulduktan sonra üzerine 20 ml saf su ilave edilip destilasyon ünitesine yerleştirildi. Destilasyon ünitesinde örnek üzerine 15-20 ml %40'lık (w/w) NaOH ilave edilmiş ve destilatın 25 ml %4'lük borik asit çözeltisi içerisinde toplanması sağlanmıştır. Destilasyon sonrası borik asit içerisinde toplanan destilat 0,02 N HCl ile titre edilerek yüzde azot formülü ile yüzde azot değerleri bulundu. Azot oranlarının 6,25 faktörü ile çarpılması ile de örneklerin ham protein yüzdeleri hesaplandı.

#### 2.2.3.4. Kül Tayini

Krozeler etüvde 103±2°C'de 1 saat süre ile tutuldu ve desikatörde 15 dakika soğutuldu. 0,001 g yaklaşımla krozeler tartılarak daraları alındı. Darası alınmış krozelere 0,001 g yaklaşımla 2 g örnek tartıldı. Örneklerin bulunduğu krozelere 2ml etil alkol ilave edildi ve ön yakma işlemi uygulandı. Devamında, örnekler kül fırınına alınarak sıcaklık kademeli olarak takriben sırasıyla 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C'ye artırılarak 3'er saat tutuldu. Daha sonra 550±15°C'de 2 saat tutulduktan sonra soğutuldu. 2ml su damlatılarak kül ıslatıldı. Kuruyuncaya kadar dikkatlice su banyosunda buharlaştırıldı. Daha sonra 550±15°C'ye ayarlı kül fırınında 3 saat süreyle beyaz renkte kül elde olununcaya kadar tutuldu ve devamında desikatöre alınarak ortam şartlarına kadar soğuması için beklenildi. 0.001 g yaklaşımla tartıldı ve yüzde kül miktarı hesaplandı (Anonim, 2001).

#### 2.2.3.5. Tuz Tayini

100 ml'lik bir balon jojeye 10 gr numune tartıldı. 0,1 N NaOH/0,1 N HCl kullanılarak pH metre yardımı ile nötrleştirildi. Nötrleştirilmiş hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlandı ve filtre kağıdından süzüldü. Süzüntüden 10 mL alındı. 1 ml %5'lik K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> indikatörü eklenerek 0,1N AgNO<sub>3</sub> çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk oluşumuna kadar titre edildi ve sarfiyat kaydedildi. Son olarak ilgili formül ile hesaplama işlemi yapıldı (Mohr, 2011).

#### 2.2.3.6. Serbest Yağ Asitliği Tayini

Örneklerden ekstrakte edile yağlardan 5g olmak üzere 0,01g hassasiyette erlen içine tartıldı. Nötrlendirilen etanol ve dietileter 1+1 karışımından 150 ml alındı ve örnek içinde çözündürüldü. Hazırlanan 0,1 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile belirtecin dönüm noktasına kadar (fenol ftalein pembe renginin en az 10sn kararlı kaldığı) titre edildi. Son olarak oleik asit cinsinden % olarak hesaplama yapıldı (Anonim 2015b).

### 2.2.3.7. Peroksit Tayini

Örneklerden ekstrakte edile yağlardan 5g erlene tartıldı ve üzerine 50 ml asetik asit/izooktan çözeltisi ilave edildi. Erlen örnek çözülünceye kadar hafifçe karıştırıldı. Çözüldükten sonra üzerine 30 ml buzlu asetik asit çözeltisi ilave edildi. Erlene 0,5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edildi ve erlenin kapağı kapatılıp 60sn karıştırıldı. Erlenin kapağını açıldıktan sonra ve hiç beklemeden 100 ml damıtık su ilave edildi. 0,5 ml nişasta çözeltisi eklendikten sonra hemen açığa çıkan iyot 0,01 N ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile koyu mor renkten renk renksiz hale gelinceye kadar titre edildi ve hesaplama yapıldı (Anonim, 2006).

### 2.2.3.8. Yağ Asiti Bileşim Tayini

Örneklerden ekstrakte edile yağlardan 150 uL alındıktan sonra üzerine 3 mL n-heptan ve 300 uL 2M metanollü KOH çözeltisi eklenerek yağ numunesini metillendirildi. Metillendirme işleminden sonra yağ asiti metil esterleri GC-FID cihazına 0,5 µl enjekte edildi. Silika kapiler kolon (CP Sil 88, 50 m x 250 µm i.d., 0,20 µm film; Chrompack) ve % dağılım üzerinden hesaplaması yapıldı. Sıcaklığı 177°C, detektör sıcaklığı 250°C, enjeksiyon bloğu sıcaklığı ise 250°C'dir. Taşıyıcı gaz olarak akış hızı 1 ml/dk olan helyum (He), 250 ml/dk akış hızlı hava ve 35 ml/dk akış hızında hidrojen gazı kullanıldı. Elde edilen pikler göreceli çıkış zamanlarına göre tanımlanmış, pik alanları ise integratör vasıtasıyla her yağ asidinin bütünü içindeki oransal niceliği olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2015c).

### 2.2.3.9. Sterol Bileşimi Tayini

Sterol bileşim tayini, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde hizmet alımı ile yaptırılmıştır. Ekstrakte edilen yağ örneklerinden 5 g alınır ve 2 Metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile geri soğutucu altında kaynatılarak sabunlaştırılır. Sabunlaşmayan madde, bir alüminyum oksit kolonunda katı-faz ekstraksiyonu ile izole edilir. Sabunlaşmayan maddeden, sterol fraksiyonu ince tabaka kromatografisi ile ayrılır. Sterol fraksiyonunun kalitatif ve kantitatif kompozisyonları, iç standart olarak betulin ya da kolestrol kullanılarak gaz kromatografisi ile belirlenir. GC analizi ile ilgili bilgiler şunlardır; enjeksiyon miktarı 1 µl, GC SE-54 (50x 0,25x 0,10 mm) kolon, taşıyıcı gaz H<sub>2</sub> akış hızı 36cm/s, split 1:20, dedektör ve enjeksiyon sıcaklığı 320°C, kolon sıcaklık programı 245 °C'ten 265 °C' ye 5 °C/dk olacak şekilde yükseltilir ve 265°C'de 40 dk. bekletilir. Tanımlama işlemi metot ve iç standart baz alınarak yapılmıştır (Anonim, 2014).

#### 2.2.3.10. Mineral Madde Tayini

Mineral madde tayini, akredite özel bir analiz laboratuvarında hizmet alımı ile yaptırılmıştır. Örnekler uygun koşullarda etüvde kurutulur ve desikatörde bekletilerek kurutulur. Yaş yakma için örneklerden 0,2 g tartılarak üzerlerine 10 ml %65'lik nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) ilave edilerek MARS 5 mikrodalga fırında yakıldı ve belirli hacme kadar seyreltikten sonra, element konsantrasyonları ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer) spektrofotometresi (Varian Vista Model; Australia) cihazı ile belirlenmiştir (Titizce, 2014).

#### 2.2.4. İstatistiksel Değerlendirme

Analizler her örnek için üç tekrar olarak yapıldı. Tekrarların aritmetik ortalamaları ve standart hataları ( $\pm$ ) hesaplandı. Elde edilen verilere tesadüfi blokları deneme desenine göre SPSS paket programı kullanılarak varyans analizleri uygulandı. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi  $P < 0,05$  güven aralığında uygulandı. Çizelgelerde ortalama veriler arasındaki farkın önem durumu harflendirme sistemi ile gösterildi.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. Nem Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen % nem değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelge 3.1 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % nem değerleri görülebilmektedir. Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam nem oranı %4,38 iken, bu oran kabuksuz susamda %8,56 düzeyine ve ön kurutma çıkışı susamda ise %30,11 düzeyinde belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde sırasıyla %0,19 ve %0,40 düzeylerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susamda nem oranı %4,79 iken, bu oran kabuksuz susamda ve ön kurutma çıkışı susamda sırasıyla %12,01 ve %37,22 olarak belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan organik tahinde sırasıyla %0,20 ve %0,42 düzeylerinde bulunmuştur.

Varyans analizi sonucunda, farklı üretim aşamalarına ait örnekler arasında ve aynı aşamalar arasında % nem oranlarının ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Her iki üretim yönteminde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % nem oranları değişim ( $P<0,05$ ) göstermiştir. Bununla birlikte, organik tahin üretimine ait kabuksuz susam ve ön kurutma çıkışı susam örneklerinin % nem oranları konvansiyonel tahin üretimindeki aynı aşamalara ait örneklerle göre daha yüksek ( $P<0,05$ ) düzeylerdedir. Bunların dışında, her iki yöntemde de kavurma çıkışı susam ve tahin örneklerinin % nem oranları benzer ( $P>0,05$ ) düzeylerdedir.

Çizelge 3.1. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin nem değerleri (%)

Konvansiyonel Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.	Organik Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.
	I	II	III			I	II	III	
Ham Susam	4,45	4,32	4,37	4,38±0,07bA	Organik Ham Susam	4,85	4,81	4,70	4,79±0,08bA
Kabuksuz Susam	8,69	8,59	8,40	8,56±0,15cA	Kabuksuz Susam	11,78	11,95	12,31	12,01±0,27cB
Ön Kurutma Çıkışı Susam	30,27	29,97	30,09	30,11±0,15dA	Ön Kurutma Çıkışı Susam	36,91	37,26	37,49	37,22±0,29dB
Kavurma Çıkışı Susam	0,19	0,18	0,19	0,19±0,00aA	Kavurma Çıkışı Susam	0,20	0,21	0,20	0,20±0,00aA
Konvansiyonel Tahin	0,40	0,39	0,40	0,40±0,00aA	Organik Tahin	0,40	0,43	0,42	0,42±0,02aA

a,b,c,d (↓) Ortalama değerlerin bulunduğu sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğinde (Anonim, 2013) tanımlar bölümünde susam için en çok %8 nem değeri verilmiştir. Susam tohumunda nem değerini, Salunke ve ark. (1992), %5,3-8, Özcan ve Akgül (1995) %3,16-4,67 ve Gölükcü (2000) %3,93 olarak verirken, Özdemir (2001) ise kabuklu ve kabuksuz ayırımı ile %6,81-6,87 aralığında ve Özcan (1993) ise yerli ve ithal ayırımı ile %3,16-4,47 aralığında vermektedirler. Kurtkaya (2018) ise yaptığı çalışmada farklı susam çeşitlerinin rutubet oranlarının %1,56 ile %3,33 arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızdaki ham susam nem değerleri çalışmalarda verilen değer ile benzerlik göstermektedir.

Konvansiyonel tahin üretiminde kabuk soyma işlemi için su püskürtme ile nemlendirme yapılırken, organik tahin üretiminde ise direk suda bekletme işlemi uygulanmaktadır. Ayrıca, ön kurutma çıkışı susam örneklerindeki % nem oranı farklılığı da bilhassa salamura işleminde farklı sürede bekletmeden kaynaklanmaktadır. İlave olarak durulama işlemi ve uygulama süresi de nem oranını etkileyen faktörlerdendir.

Son ürün tahinlerde kavurma çıkışı susamlara göre nem değeri konvansiyel üretimde %0,19 değerinden %0,40 değerine, organik üretimde %0,20 değerinden %0,42 değerine bir miktar artış gösterse de bu artışlar istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0,05$ ) düzeylerdedir. Lokumcu (2000), konvansiyonel tahin nem değerinin %0,63 olduğunu, Akbulut ve Çoklar (2008), farklı çeşit susamdan elde edilen tahinlerin nem değerlerini %1,14-1,86 olduğunu bildirmişlerdir. Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) göre ise tahin nem değeri (en çok) %1,5 olmalıdır. Çalışmamızda ise son ürün organik ve konvansiyonel tahin nem değerleri verilen bu değere uygun bulunmuştur.

### 3.2. Kül Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen % kül değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Çizelge 3.2 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % kül değerleri görülebilmektedir. Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam kül oranı %4,92 iken, bu oran kabuksuz susamda %3,53 düzeyine ve ön kurutma çıkışı susamda ise %2,37 düzeyinde belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde sırasıyla %3,68 ve %3,20 düzeylerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susamda kül oranı %4,47 iken, bu oran kabuksuz susamda ve ön kurutma çıkışı susamda sırasıyla %2,67 ve %2,15 olarak belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan organik tahinde sırasıyla %2,83 ve %3,18 düzeylerinde bulunmuştur.

Çizelge 3.2. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin kül değerleri (%)

Konvansiyonel Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.	Organik Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.
	I	II	III			I	II	III	
Ham Susam	4,85	5,06	4,95	4,92±0,11d	Organik Ham Susam	4,39	4,49	4,53	4,47±0,07e
Kabuksuz Susam	3,70	3,56	3,33	3,53±0,19bc	Kabuksuz Susam	2,65	2,68	2,68	2,67±0,02bc
Ön Kurutma Çıkışı Susam	2,30	2,39	2,42	2,37±0,06a	Ön Kurutma Çıkışı Susam	2,21	2,12	2,13	2,15±0,05a
Kavurma Çıkışı Susam	3,69	3,70	3,65	3,68±0,03c	Kavurma Çıkışı Susam	2,80	2,83	2,85	2,83±0,03c
Konvansiyonel Tahin	3,20	3,21	3,18	3,20±0,02b	Organik Tahin	3,20	3,17	3,18	3,18±0,02d

a,b,c,d (↓) Ortalama değerlerin bulunduğu sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



Varyans analizi sonucunda, farklı üretim aşamalarına ait örnekler arasında ve aynı aşamalar arasında % kül oranlarının ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Her iki üretim yönteminde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % kül oranları istatistiksel olarak önemli değişimler ( $P<0,05$ ) göstermiştir. Bununla birlikte, konvansiyonel tahin üretimine ait susam örneklerinin % kül oranları organik tahin üretimindeki aynı aşamalara ait örneklere göre daha yüksek ( $P>0,05$ ) düzeylerde dir. Kabuk oranı azaldıkça kül miktarının da azaldığı görülebilmektedir. Konvansiyonel ham susamın kül oranının organik ham susama göre yüksek olmasının sebebi kabuk oranının fazla olması olarak belirtilebilir. Ayrıca, konvansiyonel ve organik susam örneklerindeki % kül değerleri farklılığı da bilhassa organik üretim prosesinde kabuk ayırma işleminin daha iyi yapılmasından kaynaklandığı da ifade edilebilir. Bununla birlikte, her iki yöntemde de tahin örneklerinin % kül oranları aynı ( $P>0,05$ ) düzeylerde dir.

Çavuşoğlu (2017), susamın kabuk (kepek) kısmında yüksek oranda kül içerdiğini belirtmiş olup çalışmamızda da susam örneklerinde kabuk oranı azaldıkça kül miktarının da azaldığı görülmüştür. Tanrıverdi (2017) yaptığı çalışmada ham susam kül değerinin %4,13 olduğunu, farklı kabuk soyma işlemlerine tabi tutulmuş kabuğu soyulmuş susamların kül değerlerinin %2,77 ile %4,41 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızdaki ham susam ve kabuğu soyulmuş susam % kül değerleri çalışmada verilen değerler ile benzerlik göstermektedir. Lokumcu (2000), konvansiyonel tahin kül değerinin %2,55 olduğunu, Akbulut ve Çoklar (2008), farklı çeşit susamdan elde edilen tahinlerin kül değerlerinin %2,78-4,12 olduğunu bildirmişlerdir. Özcan ve Akgül (1994) farklı işletmelere ait konvansiyonel tahin çeşitlerinin kül değerlerinin %2,6-3,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bunların dışında, Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) göre tahin kül değeri maksimum %3,2 olarak verilmiştir. Çalışmamızda konvansiyonel ve organik tahin kül oranı yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiş olup Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği’ne göre de uygundur.

### 3.3. Ham Yağ Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen % ham yağ değerleri Çizelge 3.3’de verilmiştir. Çizelge 3.3 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % ham yağ değerleri görülebilmektedir. Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam ham yağ oranı %51,4 düzeyinde ve kabuksuz susamda %57,62 düzeyinde iken, ön kurutma çıkışı susamda ise

%41 düzeyinde belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde sırasıyla %58,03 ve %59,17 düzeylerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susamda ham yağ oranı %55,54 ve kabuksuz susamda %59,94 iken, bu oran ön kurutma çıkışı susamda %40,53 olarak belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan organik tahinde sırasıyla %65,90 ve %66,63 düzeylerinde bulunmuştur. Ayrıca çalışmamızda kullanılan konvansiyonel susamlarda kabuk oranı %20 ve bu kabuklardaki yağ oranı %7,78 olarak belirlenirken, organik susamlarda kabuk oranı %24 ve yağ oranı da %2,27 olarak belirlenmiştir.

Varyans analizi sonucunda, farklı üretim aşamalarına ait örnekler arasında % ham yağ oranlarının ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Her iki üretim yönteminde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % ham yağ oranları istatistiksel olarak önemli düzeylerde değişim ( $P<0,05$ ) göstermiştir. Bununla birlikte, konvansiyonel üretimde kabuksuz susam, kurutma çıkışı susam ve konvansiyonel tahin örneklerinin ham yağ oranları istatistiksel olarak farklılık ( $P>0,05$ ) göstermemektedir. Organik üretimde ise, kabuksuz susam ve kavurma çıkışı susam arasındaki, kavurma çıkışı susam ve organik tahin arasındaki karşılaştırma durumunda ise ham yağ oranları istatistiksel olarak farklılık ( $P>0,05$ ) göstermemektedir.

Organik tahin üretiminde, kavurma çıkışı susam ve tahin örneklerinin % ham yağ oranları konvansiyonel tahin üretimindeki aynı aşamalara ait örneklerle göre daha yüksek düzeydedir. Organik tahin üretiminde kullanılan susamların konvansiyonel üretimde kullanılan susamlara göre daha fazla ham yağ oranına sahip olmakla birlikte, organik tahin üretiminde ateşli pişirme yapılması ve ürünlerin daha fazla ısıya maruz kalmaları ile kavurma işlemi sonrası sıcaklığında etkisi ile ham yağ oranındaki farkın daha da arttığı görülmektedir.

Her iki yöntemde de ham susam örneklerine göre kabuksuz susam örneklerinin ham yağ oranlarının daha yüksek olmasının sebebi düşük yağ oranına sahip olan kabuğun susamdan ayrılmış olmasıdır.

Çizelge 3.3. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin ham yağ değerleri (%)

Konvansiyonel Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.	Organik Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.
	I	II	III			I	II	III	
Ham Susam	51,01	51,59	51,60	51,40±0,34bA	Organik Ham Susam	55,82	55,04	55,76	55,54±0,43bA
Kabuksuz Susam	57,11	57,02	58,75	57,62±0,97cA	Kabuksuz Susam	60,32	59,62	59,88	59,94±0,35cdB
Ön Kurutma Çıkışı Susam	41,00	41,09	40,92	41,00±0,09aA	Ön Kurutma Çıkışı Susam	40,95	40,91	39,73	40,53±0,69aA
Kavurma Çıkışı Susam	58,13	57,95	58,02	58,03±0,09cA	Kavurma Çıkışı Susam	66,53	65,95	65,22	65,90±0,66deB
Konvansiyonel Tahin	59,35	59,05	59,10	59,17±0,16cA	Organik Tahin	66,49	66,51	66,89	66,63±0,23eB

a,b,c,d (↓) Ortalama değerlerin bulunduğu sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Tanrıverdi (2017), susam ham yağ içeriğini %53,85 ve geleneksel yöntemle soyulmuş tohumun ham yağ içeriğini %59,36 olarak ve Gölükcü (2000) ham susam yağ içeriğini %55,37 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızdaki yağ oranları incelendiğinde değerlerin benzerlik gösterdiği görülmüştür. Çavuşoğlu (2017) ham yağ oranlarını, susamda %53,14, kabuğu soyulmuş iç susamda %47,83, iç susamın kavrulması sonucu elde edilen kavrulmuş iç susamda %57,87 ve tahinde %58,37 olarak belirlerken, çalışmamızdaki yağ oranları ile karşılaştırıldığında her iki yöntemde de kullanılan ham susam, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan kavrulmuş susam ve konvansiyonel tahin yağ oranlarına oldukça benzerlik gösterdiği görülmüştür. Benzer olarak, Tanrıverdi (2017) kabuk soyma işlemi ile birlikte yağ oranının arttığını belirlemiştir.

#### 3.4. Ham Protein Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen % ham protein değerleri Çizelge 3.4'de verilmiştir. Çizelge 3.4 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % ham protein değerleri görülebilmektedir. Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam ham protein değeri %20,52 düzeyinde ve kabuksuz susamda %22,81 düzeyinde iken, ön kurutma çıkışı susamda ise %16,02 düzeyinde belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde sırasıyla %25,12 ve %25,33 düzeylerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susamda ham protein değeri %18,11 ve kabuksuz susamda %18,54 iken, bu oran ön kurutma çıkışı susamda %10,44 olarak belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan organik tahinde sırasıyla %19,92 ve %20,13 düzeylerinde bulunmuştur.

Varyans analizi sonucunda, farklı üretim aşamalarına ait örnekler arasında ve aynı aşamalar arasında % ham protein değerlerinin ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.4'de verilmiştir. Her iki üretim yönteminde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % ham protein değerleri değişim göstermiştir. Bununla birlikte, konvansiyonel tahin üretim aşamalarında, kabuksuz susam, kavurma çıkışı susam ve konvansiyonel tahin ürünü örneklerde % ham protein değerleri farklılık gösterse de bu farklılıklar istatistiksel olarak ( $P > 0,05$ ) önemli bulunmamıştır.

Çizelge 3.4. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin ham protein değerleri (%)

Konvansiyonel Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.	Organik Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.
	I	II	III			I	II	III	
Ham Susam	20,92	20,14	20,50	20,52±0,39bcA	Organik Ham Susam	18,14	18,15	18,04	18,11±0,06bA
Kabuksuz Susam	22,90	22,80	22,73	22,81±0,09cdA	Kabuksuz Susam	18,45	18,55	18,62	18,54±0,09bB
Ön Kurutma Çıkışı Susam	15,76	16,11	16,19	16,02±0,23aA	Ön Kurutma Çıkışı Susam	10,15	10,75	10,43	10,44±0,30aB
Kavurma Çıkışı Susam	25,22	24,98	25,16	25,12±0,13dA	Kavurma Çıkışı Susam	19,87	19,90	19,99	19,92±0,06bB
Konvansiyonel Tahin	25,41	25,28	25,30	25,33±0,07dA	Organik Tahin	20,24	20,15	20,00	20,13±0,12bB

a,b,c,d (↓) Ortalama değerlerin bulunduğu sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Buna karşın, organik tahin üretim aşamalarında ise, sadece ön kurutma çıkış susam örneklerinde % protein değeri farklılığı istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Her iki yöntemde kullanılan ham susam örneklerinin % ham protein değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak ( $P > 0,05$ ) benzerlik gösterirken, sonraki aşamalarda ve tahin ürünü örneklerde oluşan % ham protein değerlerindeki farklılıklar istatistiksel olarak ( $P < 0,05$ ) önemli bulunmuştur. Konvansiyonel tahin % ham protein değeri (%25,33) organik tahin % ham protein değerine (%20,13) göre daha yüksek değerlerdedir. Buna karşılık, % ham yağ değerleri kısmında da Çizelge 3.3'te verildiği üzere, organik tahin % ham yağ değeri (%66,63) konvansiyonel tahine (%59,17) göre daha yüksek düzeylerde belirlenmiştir. Tahin bileşimine başlangıçta kullanılan ham susam başlıca etki göstermekle birlikte, tahin üretim aşamalarında uygulanan parametrelerde etkili olmaktadır. Örneğin, konvansiyonel ürün hattında susam kabukları elek yardımı ile hattan ayrılırken, organik ürün hattında bu işlem emiş gücü ile yapılmakta ve bu durum kabukların hattan yeterince ayrılmasına sebep olabilmektedir.

Alperen (2013), farklı susam çeşitlerine ait protein değerlerinin %21,88-26,17 arasında değiştiğini, Gölükcü (2000) %19,74 ve Karataş (2015) %19,5 olduğunu bildirmektedirler. Tanrıverdi (2017), protein içeriğinin ham susamda %20,4, geleneksel yöntemle soyulmuş kabuksuz susamda %22,83 ve farklı kabuk soyma işlemleri uygulanmış kabuksuz susamlarda %23,38-24,29 arasında olduğunu bildirmektedir. Bu değerler çalışmada belirlediğimiz değerler benzerdir. Tanrıverdi (2017), uzaklaşan kabuk oranının artması ile protein içeriğinin de arttığını belirtmektedir. Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) göre tahin % protein değeri en az %20 olarak verilmiş olup her iki yöntem sonucu elde edilen tahin örneklerinde belirlediğimiz değerler uygunluk göstermektedir.

### 3.5. Tuz Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen % tuz değerleri Çizelge 3.5'de verilmiştir. Çizelge 3.5 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % tuz değerleri görülebilmektedir. Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam ve kabuksuz susamda tuz tespit edilmezken, kurutma çıkışı susamda tuz değeri %0,23, kavurma çıkışı susamda %0,52 ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde ise %0,54 düzeylerinde bulunmuştur. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susamda ve kabuksuz susamda da tuz tespit edilmemiştir.

Çizelge 3.5. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin tuz değerleri (%)

Konvansiyonel Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.	Organik Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.
	I	II	III			I	II	III	
Ham Susam	TED	TED	TED	TED	Organik Ham Susam	TED	TED	TED	TED
Kabuksuz Susam	TED	TED	TED	TED	Kabuksuz Susam	TED	TED	TED	TED
Ön Kurutma Çıkışı Susam	0,23	0,23	0,23	0,23±0,00aA	Ön Kurutma Çıkışı Susam	0,40	0,41	0,40	0,40±0,01aB
Kavurma Çıkışı Susam	0,50	0,51	0,50	0,51±0,01bA	Kavurma Çıkışı Susam	0,40	0,46	0,46	0,44±0,04bB
Konvansiyonel Tahin	0,53	0,55	0,54	0,54±0,01bA	Organik Tahin	0,47	0,47	0,48	0,47±0,01bB

a,b,c,d (↓) Ortalama değerlerin bulunduğu sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Bunun yanı sıra ön kurutma çıkışı susamda tuz oranı %0,40, kavurma çıkışı susamda %0,44 ve bu üretim sonucu ortaya çıkan organik tahinde %0,47 düzeylerinde bulunmuştur.

Varyans analizi sonucunda, farklı üretim aşamalarına ait örnekler arasında ve aynı aşamalar arasında % tuz oranlarının ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Her iki yöntem aşamalarına ait örneklerdeki % tuz değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak farklılıkların önemli ( $P < 0,05$ ) olduğu anlaşılmaktadır. Burada, organik tahin üretiminde ön kurutma çıkışı susam % tuz değeri, konvansiyonel tahin üretimi aynı aşama çıkış susamın % tuz değerinden daha yüksek olup, ilerleyen aşamalarda konvansiyonel tahin üretiminde daha yüksek değerler göze çarpmaktadır. Tahin bileşimine başlangıçta kullanılan ham susam bileşimi başlıca etki göstermekle birlikte, tahin üretim aşamalarında uygulanan parametrelerde etkili olmaktadır. Örneğin tahin üretiminde ham susamların şişmesi, daha iyi pişmesi ve kabuklarından daha iyi ayrılabilmesi için salamurada bekletme işlemi, farklı miktarlarda tuz içeren salamuranın kullanılması ve farklı sürelerde bekletme işlemi, durulama/yıkama işlemleri % tuz değerlerine etkide bulunmaktadır. Ayrıca, konvansiyonel ve organik yöntemlerde ön kurutma çıkışı susamlarda % nem değerlerinin sırasıyla %30,11 ve %37,22 düzeylerden, her iki yöntem için tahin örneklerinde %0,40 düzeylerine kadar düşüş göstermesi nisbi olarak % tuz değerlerinde artışa neden olmaktadır.

Diğer çalışmalarda, % tuz değerini Lokumcu (2000) % 0,42, Özcan ve Akgül (1994) %0,22-0,69 arasında verilmekte olup, bu sonuçlar çalışmamızdaki tahin örneklerine ait % tuz değerlerine benzerlik göstermektedir.

### **3.6. Serbest Yağ Asitliği Değerleri**

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen % serbest yağ asitliği değerleri Çizelge 3.6’da verilmiştir. Çizelge 3.6 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % serbest yağ asitliği değerleri görülebilmektedir. Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam % serbest yağ asitliği değeri %0,51 düzeyinde iken, kabuksuz susamda ve ön kurutma çıkışı susamda sırasıyla %3,83 ve %0,32 düzeylerinde belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde ise sırasıyla %0,25 ve %0,42 düzeylerinde belirlenmiştir.



Çizelge 3.6. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin serbest yağ asitliği değerleri (%)

Konvansiyonel Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.	Organik Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.
	I	II	III			I	II	III	
Ham Susam	0,50	0,50	0,51	0,51±0,01aA	Organik Ham Susam	1,65	1,68	1,53	1,62±0,08bB
Kabuksuz Susam	3,75	3,92	3,82	3,83±0,09bA	Kabuksuz Susam	3,69	3,62	3,34	3,55±0,19cA
Ön Kurutma Çıkışı Susam	0,30	0,33	0,33	0,32±0,02aA	Ön Kurutma Çıkışı Susam	0,45	0,43	0,50	0,46±0,04aB
Kavurma Çıkışı Susam	0,25	0,26	0,24	0,25±0,01aA	Kavurma Çıkışı Susam	0,17	0,18	0,17	0,17±0,01aA
Konvansiyonel Tahin	0,40	0,42	0,44	0,42±0,02aA	Organik Tahin	0,25	0,25	0,25	0,25±0,00aB

a,b,c,d (↓) Ortalama değerlerin bulunduğu sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susamda % serbest yağ asitliği değeri %1,62 ve kabuksuz susamda %3,55 iken, bu değer ön kurutma çıkışı susamda %0,46 olarak belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan organik tahinde ise sırasıyla %0,17 ve %0,25 düzeylerinde bulunmuştur.

Varyans analizi sonucunda, farklı üretim aşamalarına ait örnekler arasında ve aynı aşamalar arasında % serbest yağ asitliği değeri ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.6'da verilmiştir. Konvansiyonel tahin üretim aşamalarına ait örneklerin % serbest yağ asitliği değerlerine bakıldığında, kabuksuz susam örneğine ait değer istatistiksel olarak önemli farklılık ( $P<0,05$ ) göstermekte olup, organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin bu değerlerine bakıldığında ise ham susam ve kabuksuz susam örneklerine ait değerlerin istatistiksel olarak önemli farklılık ( $P<0,05$ ) gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, her iki üretim yönteminde kullanılan ham susam örneklerinin ve bunlardan elde edilen tahin örneklerinin % serbest yağ asitliği değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak önemli farklılıklar ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir. Son ürün tahin bileşimine ve hidrolitik özelliklerine başlangıçta kullanılan ham susam bileşimi başlıca etki göstermekle birlikte, tahin üretim aşamalarında uygulanan çeşitli parametrelerde (ön kurutma ve kavurma aşamalarında kullanılan sıcaklık ve süre değerleri, su püskürtme, suda bekletme, salamurada bekletme, yıkama işlemleri vb.) önemli düzeylerde etkili olmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) göre tahinde asitlik değeri maksimum %2,4 olması gerekmektedir. Literatüre bakıldığında, % serbest yağ asitliği değerlerini Karataş (2015) susamda %2,5, Jasad (2020) farklı susam çeşitlerinde %0,23-0,44 aralığında, Gölükcü (2000) susamda %0,79, mikrodalgada kavruan susam ile elde edilen tahinde %0,48, klasik yöntemle kavruan susamdan elde edilen tahinde ise %0,31 düzeyinde, Özcan ve Akgül (1994) farklı işletmelere ait konvansiyonel tahinlerde %0,21-0,95 aralığında olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızdaki tahin örneklerine ait %serbest yağ asitliği değerleri benzerlik göstermektedir.

### 3.7. Peroksit Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen peroksit değerleri ( $\text{meqO}_2/\text{kg}$ ) Çizelge 3.7'de verilmiştir. Çizelge 3.7 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen peroksit değerleri görülebilmektedir.

Çizelge 3.7. Konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarına ait örneklerin peroksit değerleri (meqO<sub>2</sub>/kg)

Konvansiyonel Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.	Organik Tahin Üretim Aşamaları Örnekleri	Tekerrürler			Ort.
	I	II	III			I	II	III	
Ham Susam	0,10	0,10	0,10	0,10±0,00aA	Organik Ham Susam	0,12	0,10	0,14	0,12±0,02aA
Kabuksuz Susam	0,21	0,21	0,20	0,21±0,00abA	Kabuksuz Susam	0,10	0,10	0,10	0,10±0,00aB
Ön Kurutma Çıkışı Susam	0,29	0,21	0,25	0,25±0,04bA	Ön Kurutma Çıkışı Susam	0,10	0,11	0,10	0,11±0,01aB
Kavurma Çıkışı Susam	0,84	0,88	0,80	0,84±0,04cA	Kavurma Çıkışı Susam	0,71	0,67	0,69	0,69±0,02bB
Konvansiyonel Tahin	0,92	0,91	0,90	0,91±0,01cA	Organik Tahin	0,69	0,73	0,71	0,71±0,02bB

a,b,c,d (↓) Ortalama değerlerin bulunduğu sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam peroksit değeri 0,10 meqO<sub>2</sub>/kg, kabuksuz susamda ve ön kurutma çıkışı susamda sırasıyla 0,21 meqO<sub>2</sub>/kg ve %0,25 meqO<sub>2</sub>/kg düzeylerinde belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde ise sırasıyla %0,84 meqO<sub>2</sub>/kg ve %0,91 meqO<sub>2</sub>/kg düzeylerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susamda peroksit değeri 0,12 meqO<sub>2</sub>/kg, kabuksuz susamda 0,10 meqO<sub>2</sub>/kg ve ön kurutma çıkışı susamda 0,11 meqO<sub>2</sub>/kg olarak belirlenmiştir. Kavurma çıkışı susamda ve bu üretim sonucu ortaya çıkan organik tahinde ise sırasıyla 0,69 meqO<sub>2</sub>/kg ve 0,71 meqO<sub>2</sub>/kg düzeylerinde bulunmuştur.

Varyans analizi sonucunda, farklı üretim aşamalarına ait örnekler arasında ve aynı aşamalar arasında peroksit değeri ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.7'de verilmiştir. Konvansiyonel tahin üretiminde, üç grup oluşurken, peroksit değerlerinde işlem süreçlerinde sürekli bir artışın olduğu ve bu artışın kavurma çıkışı susamda belirgin olduğu da görülmektedir. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde, iki grup oluşurken, ham susam, kabuksuz susam ve ön kurutma çıkışı susam örneklerinde peroksit değerleri (P>0,05) benzerdir. Bu yöntemde de peroksit değerindeki artış kavurma çıkışı susamda görülmektedir. Son ürün tahin bileşimine ve oksidatif özelliklerine başlangıçta kullanılan ham susam bileşimi başlıca etki göstermekle birlikte, tahin üretim aşamalarında uygulanan çeşitli parametrelerde (ön kurutma ve kavurma aşamalarında kullanılan sıcaklık değerleri ve süreleri, kavurma işleminde buharlı pişirme veya ateşli pişirme yönteminin uygulanması, öğütme ve diğer işlemlerde havanın oksijeni ile temas vb.) önemli düzeylerde etkili olmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) peroksit değeri verilmemekle birlikte, kreis testi negatif, acılaşıma olmamalıdır ifadesine yer verilmiştir. Yürürlükten kaldırılan TS 2589 Tahin Standardına peroksit değeri (en çok) 5 meq/kg olmalıdır ifadesi yer almaktadır. Özcan ve Akgül (1994) farklı işletmelere ait konvansiyonel tahinlerde peroksit değerlerinin 1,63-2,99 meq/kg arasında değiştiğini, ayrıca peroksit değerlerinin tahin üretimindeki teknolojik işlemlere bağlı olarak susam tohumlarına göre farklılık gösterdiğini bildirmektedirler. Çavuşoğlu (2017), antioksidan özelliklerde susamdan tahin ürününe kadar oluşan kayıpları engelleyebilmek için susamın en kısa sürede öğütülmesi, hava ile temasının asgariye indirilmesi ve uygulanan sıcaklığın optimize edilmesi gerektiği önerilmektedir.

### 3.8. Sterol Bileşimleri ve Toplam Sterol Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen sterol bileşimleri (toplam sterol %'si) ve toplam sterol miktarları (mg/kg) Çizelge 3.8'de verilmiştir. Çizelge 3.8 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen sterol bileşimleri (toplam sterol %'si) ve toplam sterol miktarları (mg/kg) görülebilmektedir.

Elde edilen verilere göre, konvansiyonel tahin üretiminde kullanılan ham susam ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde toplam sterol miktarları sırasıyla 6010,51 mg/kg ve 15115,90 mg/kg düzeylerinde belirlenmiştir. Diğer taraftan, organik tahin üretiminde kullanılan organik ham susam ve bu üretim sonucu ortaya çıkan tahinde toplam sterol miktarları sırasıyla 5982,65 mg/kg ve 15004,88 mg/kg düzeylerinde bulunmuştur. Varyans analizi sonucunda, ham susam ve tahin örnekleri arasında toplam sterol miktarları ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunurken, her iki yöntemde kullanılan ham susamlar ve tahin örnekleri karşılaştırıldığında ise farklılıklar istatistiksel olarak  $P > 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) sterol bileşimleri (toplam sterol %'si) ve toplam sterol miktarları (mg/kg) bağlamında kriter bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliğinde (Anonim, 2012b), susam yağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asidi bileşimi ve sterol bileşimine yer verilmiştir. Söz konusu tebliğde toplam sterol miktarı 4500-19000 mg/kg aralığında verilmiş olup, ham susam ve tahin örneklerinde bulduğumuz değerler bu aralıktadır.

Çizelge 3.8'e bakıldığında, susam ve tahin örneklerinin sterol bileşimlerinin kolesterol, brassikasterol, kampesterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol,  $\Delta$ -5-avenasterol,  $\Delta$ -7-avenasterol ve  $\Delta$ -7-stigmastenol olduğu görülmektedir. Sadece organik ham susam ve tahin örneklerinde kolesterol tespit edilememiştir. Varyans analizi sonucunda, konvansiyonel üretimde ham susam ve tahin örnekleri arasında, kolesterol, kampesterol ve  $\Delta$ -7-stigmastenol % oranlarındaki değişimler istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunurken diğer sterol çeşitlerindeki değişim düzeyleri istatistiksel ( $P > 0,05$ ) olarak önemli bulunmamıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Konvansiyonel ile organik susam ve tahin örneklerinin sterol bileşimleri (toplam sterol %'si) ve toplam sterol miktarları (mg/kg)

Sterol Bileşimi	Konvansiyonel Üretim		Organik Üretim	
	Ham Susam	Tahin	Organik Ham Susam	Organik Tahin
Kolestrol	0,19±0,02b	0,11±0,02a	TED	TED
Brassikasterol	0,18±0,03a	0,18±0,01a	0,20±0,01a	0,19±0,02a
Kampesterol	18,59±0,32b	17,56±0,31a	18,12±0,11a	17,61±0,22a
Stigmasterol	9,53±0,21a	9,33±0,25a	9,85±0,27a	9,80±0,10a
β-sitosterol	60,91±0,65a	61,03±0,59a	59,15±0,44a	58,93±0,41a
Δ-5-Avenasterol	7,22±0,33a	7,15±0,29a	7,78±0,19a	7,30±0,32a
Δ-7-Avenasterol	1,21±0,04a	1,20±0,01a	1,20±0,04a	1,20±0,03a
Δ-7-Stigmastenol	0,70±0,01b	0,61±0,02a	0,63±0,03a	0,62±0,02a
Toplam Sterol (mg/kg)	6010,51±20,18aA	15115,90±67,69bA	5982,65±15,39A	15004,88±48,23A

a,b,c,d (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Buna karşılık, organik üretimde ise ham susam ve tahin örnekleri arasında tüm sterol çeşitlerindeki değişimler istatistiksel ( $P>0,05$ ) olarak önemli bulunmamıştır. Ham susam ve tahin örneklerinde başlıca steroller  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, kampesterol ve  $\Delta$ -5-avenasterol olup toplam sterol miktarının yaklaşık olarak %93-96 aralığındaki oranı oluşturmaktadırlar. Ham susam ve tahin örneklerinde belirlediğimiz sterol bileşim değerleri Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemelik Yağlar Tebliğinde (Anonim, 2012b) verilen susam yağının sterol bileşimi ile tamamen uyumludur. Sterol bileşimleri bitkisel ve hayvansal yağlar, yağlı meyveler ve tohumlar, yağ içeren gıda maddeleri ve tahin vb. ürünler için bilhassa parmak izi özelliğine sahip olup, ürünün botanik kaynağını, taklit ve tağşiş durumlarını belirlemek için kullanılan oldukça önemli bir kriterdir.

### 3.9. Yağ Asidi Bileşimi

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen yağ asidi bileşimleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 3.9 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susam ve tahin ürünlerine ait yağ asidi bileşimleri görülebilmektedir. İlgili Çizelgeden miristik, palmitik, palmitoleik, margarik, heptadesenoik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik, gadoleik, behenik ve lignoserik yağ asitlerinin belirlendiği, eikosadienoik, erusik, dokosadienoik ve nervonik yağ asitlerinin tespit edilebilir düzeyde olmadığı da anlaşılmaktadır. Genel olarak yağ asidi bileşimine bakıldığında, palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitlerin toplam yağ asitleri yüzdesinin önemli bir bölümünü oluşturduğu, diğer yağ asitlerinin ise %1 seviyesinin altında kaldığı görülmektedir.

Konvansiyonel üretimde kullanılan ham susam yağında önemli doymamış yağ asitlerinden linoleik asit oranı %42,07'den %38,92'e azalma gösterirken, oleik asit oranı %40,56'dan %42,90'a yükselmiştir. Önemli doymuş yağ asitlerinden stearik asit oranı ise %5,65'ten %6,53'e yükselmiştir. Diğer önemli doymuş yağ asitlerinden palmitik asit oranı %10,33'ten %10,30'a düşmüştür. Varyans analizi sonucunda, konvansiyonel üretimde ham susam ve tahin örnekleri arasında stearik asit, oleik asit ve linoleik asit ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunurken, palmitik asit değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P>0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Konvansiyonel ile organik susam ve tahin örneklerinin yağ asidi bileşimleri (toplam yağ asitleri %'si)

Yağ Asidi Bileşimi		Konvansiyonel Üretim		Organik Üretim	
		Ham Susam	Tahin	Organik Ham Susam	Organik Tahin
Miristik	C14:0	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00
Palmitik	C16:0	10,33±0,27a	10,30±0,19a	9,01±0,25a	8,93±0,17a
Palmitoleik	C16:1	0,07±0,01	0,07±0,01	0,10±0,02	0,10±0,03
Margarik	C17:0	0,11±0,02	0,10±0,02	0,10±0,01	0,12±0,02
Heptadesenoik	C17:1	0,03±0,00	0,03±0,01	0,02±0,00	0,02±0,00
Stearik	C18:0	5,65±0,36a	6,53±0,22b	5,68±0,16a	6,12±0,21b
Oleik	C18:1	40,56±0,41a	42,90±0,52b	41,38±0,32a	43,04±0,40b
Linoleik	C18:2	42,07±0,69b	38,92±0,45a	42,25±0,38b	40,33±0,41a
Linolenik	C18:3	0,33±0,01	0,25±0,02	0,41±0,01	0,32±0,04
Araşidik	C20:0	0,65±0,04	0,70±0,04	0,62±0,02	0,60±0,03
Gadoleik	C20:1	0,08±0,00	0,08±0,00	0,20±0,01	0,21±0,02
Eikosadienoik	C20:2	TED	TED	TED	TED
Behenik	C22:0	0,06±0,01	0,06±0,00	0,11±0,03	0,10±0,02
Erusik	C22:1	TED	TED	TED	TED
Dokosadienoik	C22:2	TED	TED	TED	TED
Lignoserik	C24:0	0,04±0,00	0,04±0,00	0,09±0,01	0,08±0,00
Nervonik	C24:1	TED	TED	TED	TED
Toplam Doymuş Yağ Asitleri (%)		16,86±0,57A	17,75±0,43A	15,64±0,41A	15,97±0,43A
Toplam Doymamış Yağ Asitleri (%)		83,14±0,98A	82,25±0,92A	84,36±0,69A	84,03±0,88A

a,b,c,d (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

A, B (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı büyük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.



Organik üretimde kullanılan ham susam yağında önemli doymamış yağ asitlerinden linoleik asit oranı %42,25'den %40,33'e azalma gösterirken, oleik asit oranı %41,38'dan %43,04'e yükselmiştir. Önemli doymuş yağ asitlerinden stearik asit oranı ise %5,68'ten %6,12'e yükselmiştir. Diğer önemli doymuş yağ asitlerinden palmitik asit oranı %9,01'den %8,93'e düşmüştür. Varyans analizi sonucunda, organik üretimde ham susam ve tahin örnekleri arasında stearik asit, oleik asit ve linoleik asit ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunurken, palmitik asit değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P > 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

Konvansiyonel ve organik üretimler karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitlerdeki değişimlerin benzer olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, toplam doymuş asitleri ve toplam doymamış yağ asitlerinin oranları da Çizelge 4.9'da görülebilmekte olup, her iki yöntem ile ham susamdan tahin elde etme sürecinde, toplam doymuş asitleri ve toplam doymamış yağ asitleri oranlarındaki değişimler istatistiksel olarak  $P > 0,05$  düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliğinde (Anonim, 2012b) susam yağı yağ asidi bileşimi yer verilmiştir. Buna karşın, Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a) yağ asidi bileşimi ile ilgili kriter bulunmamaktadır. Ham susam ve tahin örneklerinde belirlediğimiz yağ asidi bileşimleri Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliğinde (Anonim, 2012b) verilen susam yağının yağ asidi bileşimi ile uyumludur. Tahin ve benzeri ürünlerde bilhassa taklit ve tağşiş durumlarını belirlemek için yağ asidi bileşimi kullanılan oldukça önemli bir kriterdir. Belirlediğimiz yağ asidi bileşimleri literatürde (Yermanos, 1978, Özcan, 1993, Baydar ve ark., 1999, Elleuch ve ark., 2007, Sowmya ve ark., 2009, Kurtkaya, 2018) verilen değerler kapsamındadır. Yine aynı literatürde susam yağlarının yağ asidi bileşiminde en önemli yağ asitlerinin palmitik, stearik, oleik ve linoleik yağ asitleri olduğu belirlenmiştir. Yağ bitkilerinin yağ asidi bileşimleri çeşitli fizyolojik, ekolojik ve kültürel faktörlerin etkisi değişim göstermektedir (Baydar ve Turgut, 1999). Diğer taraftan tahin örneklerinde belirlediğimiz yağ asidi bileşimleri Lokumcu (2000) tarafından verilen yağ asidi bileşimlerine benzerdir. Ayrıca, Özalp (2019) susam tohumuna uygulanan sıcaklık ile yağ asidi bileşiminde oluşan değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmektedir. Schlörmann ve ark. (2015)'te benzer olarak, farklı sıcaklık ve süre ile uygulanan kavurma işlemleri sonucunda yağ asidi bileşiminde değişim olmadığı belirtilmektedir. Benzer olarak, Borchani ve ark. (2010), Çavuşoğlu (2017) susamın tahine işleme ile yağ asidi bileşiminde istatistiksel olarak önemli farkın olmadığını bildirmişlerdir.

### 3.10. Mineral Madde Değerleri

Konvansiyonel ve organik tahin üretimi sürecinde belirlenen bazı element miktarları (mg/kg) Çizelge 3.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde, üretimde hammadde olarak kullanılan ham susam ve tahin ürünlerine ait potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, demir, bakır, arsenik ve kurşun elementlerine ait değerler görülebilmektedir. Her iki üretim yönteminde kullanılan ham susamlarda ve bunlardan elde edilen tahin ürünlerinde arsenik ve kurşun elementleri tespit edilememiştir. Her iki üretim yönteminde kullanılan ham susamlarda ve bunlardan elde edilen tahin ürünlerinde belirlenen diğer elementlerin miktarlarının tahin ürünlerinde daha düşük düzeylerde olduğu anlaşılmaktadır

Potasyum miktarı, konvansiyonel ve organik üretimde, ham susamlarda sırasıyla 5210 mg/kg ve 5170 mg/kg olarak belirlenirken, tahin ürünlerinde 2757 mg/kg ve 2734 mg/kg olarak daha düşük düzeylerde belirlenmiştir. Benzer olarak kalsiyum miktarı, yine sırasıyla, 10550 mg/kg ve 6980 mg/kg olarak belirlenirken, tahin ürünlerinde, sırasıyla, 2030 mg/kg ve 2847 mg/kg olarak daha düşük düzeyde belirlenmiştir.

Demir miktarları, konvansiyonel ve organik üretimde, sırasıyla 114,5 mg/kg ve 65,2 mg/kg iken, tahin ürünlerinde 45,7 mg/kg ve 19,1 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bakır miktarları ise yine sırasıyla 13 mg/kg ve 10 mg/kg iken, tahin ürünlerinde 9 mg/kg ve 7 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Varyans analizi sonucunda, her iki üretim yönteminde ham susam ve tahin örnekleri arasında potasyum, kalsiyum ve demir elementleri ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve gruplar Çizelge 3.10'da verilmiştir. Diğer taraftan, yine her iki üretim yönteminde fosfor ve magnezyum elementleri ortalama değerleri düşüş şeklinde değişim gösterse de farklılıklar istatistiksel olarak  $P > 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğinde (Anonim, 2015a), tahin ürününün içerebileceği arsenik, kurşun, bakır ve demir miktarları (mg/kg) verilmiştir. Konvansiyonel ile organik susam ve tahin örneklerinde arsenik ve kurşun elementleri belirlenmemiş olup, ilgili tebliğde tahin ürününde bakır ve demir elementleri için sırasıyla verilen 18 mg/kg ve 75 mg/kg değerlerinden düşük düzeydedir.

Çizelge 3.10. Konvansiyonel ile organik susam ve tahin örneklerinin bazı element miktarları (mg/kg)

Elementler		Konvansiyonel Üretim		Organik Üretim	
		Ham Susam	Tahin	Organik Ham Susam	Organik Tahin
Potasyum	K	5210±73b	2757±57a	5170±88b	2734±43a
Kalsiyum	Ca	10550±278b	2030±33a	6980±106b	2847±29a
Fosfor	P	5241±92a	5152±87a	5627±56a	5549±69a
Magnezyum	Mg	2462±25a	2376±29a	3251±42a	3186±28a
Demir	Fe	114,5±5,2b	65,2±3,1a	45,7±2,3b	19,1±0,2a
Bakır	Cu	13±0,2b	9±0,1a	10±0,2b	7±0,1a
Arsenik	As	TED	TED	TED	TED
Kurşun	Pb	TED	TED	TED	TED

a,b,c,d (→) Ortalama değerlerin bulunduğu satırda farklı küçük harfler ile gösterilen değerler P<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

Titizce (2014), çalışmamızda belirlenen sonuçlara benzer olarak en çok bulunan mineral madde kalsiyum olduğunu ve bunu potasyum, magnezyum ve fosfor elementlerinin takip ettiğini, diğer tüm elementlerin nispeten daha düşük konsantrasyonlarda mevcut olduğunu belirtmektedir. Özcan ve Akgül (1994), tahin örneklerinin element içeriklerinin susam tohum örneklerine göre Na hariç olmak üzere daha düşük düzeylerde olduğunu ve bunun sebebinin de kabuk soyma olmak üzere tahin üretim işlemlerinin element kaybına yol açtığı, yüksek Na içeriğinin ise kabuk soymada kullanılan salamuradan kaynaklandığı belirtmektedirler. Benzer olarak, Çavuş (2017) tahin üretim sırasında kabuk soyma işleminin mineral madde içeriğinde azalmaya sebep olduğu ifade ederken, kalsiyum, bakır, potasyum elementlerindeki azaltmalara vurgu yapmıştır.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, endüstriyel ölçekteki konvansiyonel ve organik tahin üretim aşamalarındaki proses farklılıkları ve önemli işlem basamakları göz önünde bulundurularak, ham susamdan son ürün tahine kadar meydana gelen bazı fizikokimyasal özelliklerdeki değişimler belirlenmiş olup proses farklılıkları ile bu farklılıkların ürünlerdeki etkileri değerlendirilmiştir.

Kabuk soyma işleminin konvansiyonel tahin üretiminde su püskürtmeyle nemlendirme ile yapılması, organik tahin üretiminde ise direk suda bekletme işleminin uygulanması, salamura işleminde farklı sürelerin uygulanması ve yıkama işlemleri tahin üretim sürecinde % nem değerlerini etkilemiş olup, bununla birlikte konvansiyonel ve organik tahin ürünlerinde % nem değerlerinde farklılık oluşmamıştır.

Kül değeri ham susamlarda en yüksek değere sahiptir. Her iki tahin üretim sürecinde bilhassa kabuk soyma ve ayırma işlemleri ile % kül değerleri de etkilenmiş ve kabuk oranı azaldıkça % kül değerlerinin de azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, konvansiyonel ve organik tahin ürünlerinde % kül değerlerinde farklılık oluşmamıştır.

Her iki tahin üretim sürecinde, daha düşük oranda % ham yağ içeren kabukların ayrılması ile tahin ürünlerinde % ham yağ değerinin nisbi olarak arttığı, susam kabuk oranlarının konvansiyonel susamda %20 ve organik susam da ise %24 olduğu ve aynı zamanda, kabukların % ham yağ değerlerinin de konvansiyonel ve organik susamlarda sırasıyla %7,78 ve %2,27 olduğu belirlenmiştir. Organik susam % ham yağ değeri konvansiyonel susama göre

%4,14 düzeyinde daha fazla iken, bu fark organik tahin ürününde %7,46 düzeyine yükselmiştir. Her iki tahin üretim sürecinde en yüksek % ham yağ değerleri tahin ürünlerinde belirlenmiştir.

Her iki üretim yönteminde, hammadde olarak kullanılan ham susamdan itibaren tahin ürününe kadar belirlenen % ham protein değerleri etkilenmiş ve oransal artış göstermiş olup konvansiyonel üretim yönteminde bu artış daha fazladır. Buna karşın, konvansiyonel üretime göre, organik tahin üretiminde, organik susam ve tahin ürünü arasında oluşan % ham protein değerlerindeki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Her iki üretim yönteminde, en yüksek % tuz değerleri tahin ürünlerinde belirlenmiştir. Tahin üretiminde ham susamların şişmesi, daha iyi pişmesi ve kabuklarından daha iyi ayrılabilmesi için salamurada bekletme işlemi, farklı miktarlarda tuz içeren salamuranın kullanılması ve farklı sürelerde bekletme işlemi, durulama/yıkama işlemleri % tuz değerlerine etkide bulunmaktadır. Bununla birlikte, % nem değerlerindeki değişimler de diğer bileşenlerde olduğu gibi oransal olarak % tuz değerini etkilemektedir.

Her iki üretim yönteminde uygulanan işlemlerden % serbest yağ asitliği değerine en önemli etki kabuk soyma/ayırma işlemleriyle (su püskürtme, suda bekletme, salamurada bekletme, yıkama işlemleri vb.) gerçekleşirken, ön kurutma işlemi hariç olmak üzere sonrasında uygulanan aşamalarda meydana gelen değişimler istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bununla birlikte, ham susam ve tahin % serbest yağ asitliği değerleri karşılaştırıldığında, organik tahin üretiminde bu değerdeki azalma istatistiki olarak anlamlıdır.

Peroksit değerleri, konvansiyonel tahin üretiminde sürekli bir artış gösterirken, her iki tahin üretim yönteminde de en önemli etkinin kavurma aşamasında olduğu anlaşılmaktadır. Isıl işlem dereceleri ve süreleri ile birlikte farklı kavurma yöntemlerinin (buharlı pişirme veya ateşli pişirme) uygulanması, öğütme işlemi (ön ezici, incelticiler, taş ezici ile) ve süresi ile üretim sürecinde havanın oksijeni ile temas peroksit değerlerine önemli düzeylerde etkili olmaktadır.

Her iki tahin üretim yönteminin toplam sterol miktarına aynı etki gösterdiği ve tahin ürünlerinde ham susama göre daha yüksek düzeyde bulunduğu ve sürecinde belirlenmiştir. Kabuk soyma ve ayırma işlemleriyle %20-24 düzeyinde olan kabuk oranı ile % nem değerinin azalmasının, nisbi olarak yağ oranlarındaki artışın tahin ürünlerindeki toplam sterol miktarları nisbi olarak etkilemiştir. Bununla birlikte, kabuk uzaklaştırma, ısıl işlem uygulama ve öğütme vb. işlemler neticesinde, uygulanan analiz yönteminde tohuma göre tahin ürünlerinden ekstrakta daha fazla sterol miktarının geçtiği ifade edilebilir. Diğer taraftan, belirlenen brassikasterol, kampesterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol,  $\Delta$ -5-avenasterol,  $\Delta$ -7-avenasterol ve  $\Delta$ -7-stigmastenol sterol oranları organik tahin üretimi sürecinde değişim göstermezken,

konvansiyonel tahin üretiminde sadece kolestrol, kampesterol ve  $\Delta$ -7-stigmastenol % oranlarındaki değişimler anlamlı bulunmuştur.

Her iki tahin üretim yönteminde, palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitlerdeki değişimler benzerlik göstermektedir. Yağ asidi bileşiminin önemli bir bölümünü oluşturan stearik, oleik ve linoleik asitlerin oranlarına tahin üretim yöntemlerinin etkisi bulunurken, Bunlarla birlikte, toplam doymuş ve doymamış yağ asitleri oranlarına anlamlı etki görülmemiştir.

Her iki tahin üretim yönteminde kullanılan ham susamlarda ve bunlardan elde edilen tahin ürünlerinde belirlenen potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, demir, bakır elementlerin miktarlarının tahin ürünlerinde daha düşük düzeylerde olduğu, kabuk soyma ve ayırma işlemlerinin mineral madde içeriğinde azalmaya sebep olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışma ile endüstriyel ölçekteki konvansiyonel ve organik tahin üretimindeki farklılıklar ve ham susamdan son ürün tahine kadar meydana gelen bazı fizikokimyasal özelliklerdeki değişimler ortaya konulmuştur. Susam ve susamdan elde edilen tahin ürünü önemli oranda yağ ve çeşitli amino asitleri içeren proteine sahip olması sebebiyle bilhassa kimyasal değişimlere oldukça açıktır. Tahin üretim aşamalarında kurutma ve kavurma yöntem ve koşulları ısı işlem kaynaklı olarak toksik etkisi bilinen kimyasal bileşiklerin oluşumu gerçekleştirebilmektedir. Konvansiyonel ve organik tahin ürünlerinde farklı kavurma koşullarında, gıda güvenliği bağlamında proses kontaminantlarının izlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalar önem taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

AbouGharbia, H.A., Shahidi, F., Shehata, A.A.Y. and Youssef, M.M. (1997). Effects of processing on oxidative stability of sesame oil extracted from intact and dehulled seeds. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 74 (3), 215-221.

Akbulut, M. and Çoklar, H. (2008). Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels. *The Journal of Food Process Engineering*, 31 (4), 431-582.

Akçaözlüoğlu, E. ve Aliğaoğlu, A. (2019). Bozkır (Konya) ilçesinde tahin üretimi: özellikler ve sorunlar. *Doğu Coğrafya Dergisi: Haziran*, 24 (41), 1-14.

Alperen, H. (2013). *Türkiye'nin farklı yetiştirilme bölgelerinden toplanan yerel susam (Sesamum indicum L.) çeşitlerinin aynı ekolojik şartlarda yetiştirilerek besin içeriğinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Alsultan, G.Y.K. (2018). *Organik ürün pazarlamasında satın alma nedenlerine ilişkin bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Anonim (1997). Official Methods of Analysis of AOAC International (16th. Pub). Arlington, VA. USA.

Anonim (2001). Baharat ve çeşni veren bitkiler- Toplam kül tayini, TS 2131 ISO 928, Kabul Tarihi: 30.01.2001.

Anonim (2006). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- Peroksit değeri tayini, TS EN ISO 3960, Kabul Tarihi: 12.10.2006.

Anonim (2011). *Mohr Yöntemi ile Tuz Tayini*. Erişim adresi: [https://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analiz/Gidalarda-Mohr-Yontemi-ile-Tuz-Tayini\\_238.htm](https://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analiz/Gidalarda-Mohr-Yontemi-ile-Tuz-Tayini_238.htm)

Anonim (2012a). Türkiye Organik Tarım Stratejik Plan (2012–2016). T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim (2012b). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Resmî Gazete Tebliğ No: 2012/29.

- Anonim (2013). Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği, Resmî Gazete Tebliğ No: 2022/7.
- Anonim (2014). *Determination of individual and total sterols contents-Gas chromatographic method - Part 1: Animal and vegetable fats and oils*, ISO 12228-1.
- Anonim (2015a). Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği, Resmî Gazete Tebliğ No: 2015/27.
- Anonim (2015b). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- Asit sayısı ve asitlik tayini, TS EN ISO 660, Kabul Tarihi: 13.03.2015.
- Anonim (2015c). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- Yağ asidi metil esterlerinin gaz kromatografisi- Bölüm 1: Yağ asidi metil esterlerinin modern gaz kromatografisine ilişkin kılavuz bilgiler, TS EN ISO 12966-1:2014/AC, Kabul Tarihi: 23.10.2015.
- Anonim (2016). Yağlı tohum küspeleri- Yağ muhtevasının tayini-Bölüm 1: Hekzan (veya petrol eteri) ile ekstraksiyon metodu, TS EN ISO 734, Kabul Tarihi: 18.04.2016.
- Anonim (2020). Yağlı tohumlar- rutubet ve uçucu madde muhtevasının tayini, TS EN ISO 665, Kabul Tarihi:02.07.2020.
- Atalay, C. (2016). *Yeni çevresel paradigma ölçeği ile organik gıda tüketicilerinin çevreye yönelik tutumlarının değerlendirilmesi: Ankara ili örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başdoğan, H. (2016). *Tahinlerdeki yağ ayrımı üzerine ultrases işleminin etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baydar, H., Turgut, İ. and Turgut, K. (1999). Variations of certain characters and line selection for yield, oil, oleic and linoleic fatty acids in the Turkish sesame (*Sesamum indicum* L.) populations. *Tr. J. Agric. and Forestry*, 23: 431-441.
- Baydar, H. (2000). Susam (*Sesamum indicum* L.) Genetiği ve ıslahı üzerinde araştırmalar I. bitki tipini belirleyen özelliklerin kalıtımı. *Turk J Biol* 24 (2000), 503–512.
- Baysel, B. (2013). *Türkiye’de organik tarım üretiminin önemi ve tarımsal ürün ihracatı içerisindeki payı* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C. and Attia, H. (2010). Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. *J. Agri Sci Tech*, 12:585-596.



Bozkurt, G. (2006). *Susam yağının antioksidan özellikteki başlıca bileşenlerinin nitelik ve nicelikleri üzerine araştırmalar* (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çavuşoğlu, Y.Ç. (2017). *Tahin üretimi sırasında fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerdeki değişim* (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Çiçekli, M. (2014). *Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen bazı tıbbi ve aromatik bitkilere uygulanan girdilerin bazı verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri* (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Doğan, E. (2017). *Organik tarım ekonomisi ve tüketici eğilimleri* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C. and Attia, H. (2007). Quality characteristics of sesame seeds and by-products, *Food Chemistry*, 103 (2), 641- 650.

El-Adawy, T.A. and Mansour, E.H. (2000). Nutritional and physicochemical evaluations of tahina (sesame butter) prepared from heat-treated sesame seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80:14, 2005-2011.

Gandhi A.P. and Srivastava J. 2007. Studies on the production of protein isolates from defatted sesame seed (sesamum indicum) flour and their nutritional profile. *ASEAN Food Journal*, 14(3), 175-180.

Gölkücü, M. (2000). *Susam kavrulmasında mikrodalga uygulamaları ve işlemin susam ve tahinin kalitesi üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Görgüç, A. (2018). *Susam kepeğinden protein özütlenmesinde enzimin ve ultrases işleminin etkilerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Güngör, M. (2019). *Organik ürünlere yönelik tüketici ilgilenimi ile satın alma nedenleri arasındaki ilişkinin incelenmesi üzerine bir pilot araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Demiryürek, K. (2004). Dünya ve Türkiye’de organik tarım. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8 (3/4), 63-71.

İlisulu, K. (1973). Yağ bitkileri ve ıslahı. Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 366 s.

İşler, N. (2015). *Susam Yetiştiriciliği*. 31 Mayıs 2020, Erişim adresi: [www.mku.edu.tr/files/898-0b987bbd-8e8a-46cc-854c-c1a2740de2d1.pdf](http://www.mku.edu.tr/files/898-0b987bbd-8e8a-46cc-854c-c1a2740de2d1.pdf).

Jasad, H. (2020). *Farklı susam tohumu çeşitlerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların karakterizasyonu ve oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

Karataş, G. (2015). *Effects of pre-treatments on quality characteristics and oil yields of sesame seeds* (M.Sc. Thesis), Istanbul Technical University, Department of Food Engineering, İstanbul.

Karaosmanoğlu, H. ve Üstün, N. (2017). Organik ve konvansiyonel fındıkların (*Corylus avellana L.*) bazı fiziksel özellikleri. *Akademik Gıda Dergisi* 15(4), 377-385.

Kadakoğlu, B. ve Karlı, B. (2019). Türkiye’de yağlı tohum üretimi ve dış ticareti. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 96: 324-341.

Kodaş, R. and Er, C. (2012). Tahıllarda organik yetiştiricilik. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University* 26 (1),103-116.

Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M.D. ve İşler, N. (2006). Yağlı tohumlu bitkiler üretimi. *Tarım ve Mühendislik* 79:65-78.

Kömez, E. (2002). *Tahin üretimi için uygun koşulların belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Köysüren, B. (2020). Physical and chemical characterization of sesame seed protein (M.Sc. Thesis), Middle East Technical University, Department of Food Engineering, Ankara.

Kurtkaya, Z. (2018). *Türkiye’de tescilli bazı susam tohumu çeşitlerinin lignan, tokoferol, yağ asidi bileşimleri ve antioksidan aktivitelerinin kıyaslanması* (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Lindler P, Kinsella JE. 1991. Study of hydration process in tehina. *Food Chem*, 42: 301-319.

Lokumcu. F. (2000). *Tahinin reolojik karakterizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Pathak, N., Rai, A., Kumari, R. and Bhat, K. (2014). Value addition in sesame: A perspective on bioactive components for enhancing utility and profitability. *Pharmacognosy Reviews* 8 (16), 147-155.

Olgun, A., Artukoğlu, M., ve Adanacioğlu, H., (2008). Konvansiyonel zeytin üreticilerinin organik zeytin üretimine geçme konusundaki eğilimleri üzerine bir araştırma, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2008, 45 (2), 95-101.

Olowe, Idowu Victor, Adeyemo, Y.A. and Adeniregun, O. O. (2009). Sesame: The under-exploited organic oilseed, *Journal of Science and Sustainable Development*, 2: 29-32.

Özcan, M. (1993). *Susam, Susam yağı ve tahinde fiziksel kimyasal analizler ve yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Özcan, M. ve Akgül, A. (1994). Tahinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve yağ asidi kompozisyonu, *Gıda Dergisi*, 19: 411-416.

Özer, P. (2019). *Susam kepeğinden protein ve fenolik maddelerin özütlenmesinde mikrodalga ve vakumlu ultrases destekli yöntemlerin etkilerinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Özalp, C. (2019). *Kabuklu kavrulmuş susam ve tahin yağlarının yağ asidi kompozisyonu ve renk değerleri üzerine kavurma süresinin etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Özdemir, F. (2001). Tahin üretim amaçlı susam kavrulmasında mikrodalga uygulamaları (Proje No: TARP-2365). TÜBİTAK Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi, Antalya. Erişim adresi <http://uvt.ulakbim.gov.tr/>

Özdemir, F., Gölükcü, M. and Erbaş, M. (2006). Influence of different microwave seed roasting processes on the changes in quality and fatty acid composition of tehina (Sesame butter) oil. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 207-216.

Ötleş S., (2011). Gıdalardaki kontaminantlar, *Dünya Gıda*, 1: 71-75.

Schlörmann, W., Birringer, M., Böhm, V., Löber, K., Jahreis, G., Lorkowski, S., Müller, A., Schöne, F. and Gleis, M. (2015). Influence of roasting conditions on health-related compounds in different nuts. *Food Chemistry*, 180, 77-85.

Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. and Indrani, D. (2009). Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocolloids*, 23 (7), 1827- 1836.

Sawaya, W.N, Ayaz M., Khalil K.J., and Shalhat A.F. 1985. Chemical composition and nutritional of Tehineh (Sesame Butter). *Food Chemistry*, 18, 35-45.

Şahin, G. (2014). Türkiye’de üretimi azalan önemli bir yağ bitkisi susam. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3 (2), 404-433.

Şaman, O. ve Öztürk, Ö. (2012). İkinci ürün susamda farklı bitki sıklıklarının verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 118-123.

Seçer, A. (2016). Türkiye’de susam üretim ve dış ticaretinde gelişmeler. *Çukurova Tarım Gıda Bil. Dergisi*, 31: 27-36.

Tanrıverdi, E. (2017). Susam kabuğunun soyulması üzerine enzim ve ısıl işlem uygulamalarının etkisi (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Titizce, N. (2014). *Kavurma süresinin kabuklu susamın fitik asit içeriği ve bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Uğurluay, S., (2002). *Susam (Sesamum indicum L.) bitkisinin hasat mekanizasyonu olanaklarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Uzun, B. (1997). *Susamda verim, verim komponentleri ve yağ miktarının varyasyonu ve verimle ilişkili özellikler* (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Antalya.

Ünal, M. and Yalçın, H. (2008). Proximate composition of Turkish sesame seeds and characterization of their oils. *Grasas Y Aceites*, 59 (1), 23-26.

Yakar, Y. Arslan, H. and Özçınar, A. (2021). Siirt ekolojik şartlarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı susam (Sesamum Indicum, l.) genotiplerinin yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi. *Dergipark GUFBED* 11(1), 27-33

Yermanos, D. M. (1978). Oil analysis report on the world sesame collection. *World Farming*, 14: 5-11.

Yılmaz, A.B. (2018). *Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen çeşitli kuruyemişlerin akrilamid içeriklerinin karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.



