T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUKLU KAVRULMUŞ SUSAM VE TAHİN YAĞLARININ YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU VE RENK DEĞERLERİ ÜZERİNE KAVURMA SÜRESİNİN ETKİSİ

Cundullah ÖZALP

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalını

AĞUSTOS-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KABUKLU KAVRULMUŞ SUSAM VE TAHİN YAĞLARININ YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU VE RENK DEĞERLERİ ÜZERİNE KAVURMA SÜRESİNİN ETKİSİ

Cundullah ÖZALP

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2019, 41 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR
Dr. Öğr. Üyesi Ayhan DURAN

Gıdaların işlemeye bağlı olarak bileşiminde değişimler oluşabilmektedir. Çoğu zaman bu değişimlerin kontrol altına alınması hedeflenmekte ve bu nedenle proses optimizasyonu yapılmaktadır. Susam yağı, tahinin önemli bir bileşeni olup, bileşiminin yaklaşık olarak % 50'sini oluşturmaktadır. Susamın tahine işlenmesinde susamlar yüksek sıcaklıkta uzun süre kavrulmaktadır. Susam yağının bileşiminde bulunan yağ asitlerinin, yüksek sıcaklığa maruz kalması sonucunda parçalanması muhtemeldir. Bu proje ile kavurma süresinin belirli aralıklarında örnekleme yapılarak yağ asitlerinde meydana gelen değişim tespit edilmeye çalışılmış ve böylece uygun kavurma süresi tespit edilerek yağ asitlerine göre susamın tahine işlenmesinde proses optimizasyonu yapılmıştır.

Araştırmada hammadde olarak Antalya-Manavgat'ta yetiştirilmiş susam kullanılmıştır. Bozkır tahini üretimi sırasında kavurmanın etkisini görebilmek amacıyla kabuğu soyulmamış susamlardan belirli aralıklarla tüm kitleyi temsil edecek şekilde örnekleme yapılmıştır. Bu amaçla, susam tohumlarından kavurma sırasında 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 135, 150, 165 ve 175 dakika sonra numuneler alınmıştır. Susam yağı Soxhlet ekstraktörü ile elde edilmiştir. Her bir örneğin reflektans renk değerleri (L^*, a^*, b^*, C*, h ve ΔE) ve gaz kromatografisi ile yağ asidi kompozisyonu analiz edilmiştir.

Tahin yağının a^*, b^* ve C* değerlerinin ham ve kavrulmuş susam yağlarından daha yüksek, L^* değerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kavurma süreleri kendi aralarında karşılaştırıldığında, kavurmanın 80. dakikasındaki susam yağında en yüksek a^*, b^* ve C* değerleri tespit edilmiştir. Susamın kavrulması sırasında zamana bağlı olarak yağ asidi kompozisyonunda istatistiksel olarak önemli bir değişimin olmadığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kavurma, kavurma süresi, renk, Tahin, Susam, Yağ asidi kompozisyonu

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF ROASTING TIME ON FREE FATTY ACID COMPOSITION AND COLOR VALUES OF HULLED ROASTED SESAME SEED OIL

Cundullah ÖZALP

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2019, 41 Pages

Jury
Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
Assoc. Prof. Dr Hacer ÇOKLAR
Assist. Prof. Dr. Ayhan DURAN

Sesame composition may change depending on the processing of the foods. Most of the time, these changes are targeted to be controlled and therefore process optimization is being done. Sesame oil is an important component of tahini and constitutes approximately 50% of its composition. Sesame seeds are roasted for tahini production at high temperatures for a long time. Fatty acids in the composition of sesame oil are likely to break down as a result of exposure to high temperatures during roasting. With this project, sampling was made at certain intervals of the roasting time and the change in the fatty acids was tried to be determined so that appropriate roasting time was determined and process optimization was carried out in processing sesame oil according to fatty acids.

Sesame cultivated in Antalya-Manavgat was used as raw material in this research. Sampling was done to represent the whole mass at certain intervals during the production of the Bozkır tahini in order to be able to see the effect of roasting. For this purpose, samples were taken from the sesame seeds at time of 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 135, 150, 165 and 175 minutes during roasting. Sesame oil was extracted with Soxhlet Extract. The fatty acid composition by gas chromatograph and reflectance color parameters (L^*, a^*,b^*, C*, h and ΔE) were analyzed in each sample.

Higher a^*, b^*, and C* and lower L^* values were determined in the tahini oil than those of the raw and roasted sesame oils. When the roasting times were compared, the highest a^*, b^* and C* values were found in the oil that extracted from the seeds at the 80th minute of the roasting. During the roasting of sesame, no statistically significant change in fatty acid composition was observed due to time.

Keywords: Tahini, Sesame, Fatty acid composition, roasting, roasting time, colour

ÖNSÖZ

Tezimin her aşamasında desteğini, ilgisini ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mehmet AKBULUT'a ve tezimin laboratuvar ve yazım aşamalarında büyük desteklerini gördüğüm hocam Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR'a teşekkür ederim.

Cundullah ÖZALP
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **9**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **11**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **18**

3.1. Materyal 18
3.2. Kavurma Yöntemi 18
3.3. Yağ Ekstraksiyonu 18
3.4. Analiz Yöntemleri 18
3.4.1 Renk Analizi 18
3.4.2 Yağ asidi analizi 20
3.4.2.1. Yağ asitlerinin esterleştirilmesi 20
3.4.2.2. Gaz kromatografisi ile yağ asitlerinin analizi 20

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **21**

4.1. Susam yağının renk değerleri sonuçları 21
4.2. Susam yağının yağ asitleri sonuçları 26

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **33**

5.1 Sonuçlar 33
5.2 Öneriler 34

KAYNAKLAR **35**

ÖZGEÇMİŞ **41**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C14:0: Miristik asit

C16:0: Palmitik asit

C16:1: Palmitoleik asit

C18:0: Stearik asit

C18:1n9c: Oleik asit

C18:2n6c: Linoleik asit

C18:3n3: α -Linolenik asit

C20:0: Araşidik asit

C20:1: Eikosenoik asit

C22:00: Behenik asit

Δ*E*: Renk değişimi

*L**: Parlaklık

*a**: Kırmızılık-yeşillik

*b**: Mavilik-sarılık

h: Hue açısı

C*: Doygunluk

Kısaltmalar

GC: Gaz kromatografisi

mg: Miligram

kg: Kilogram

dak: dakika

CSFA: Doymuş yağ asitleri

MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri

PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

FID: Flame Ionisation Dedector

ml: Mililitre

µl: Mikrolitre

LDL: Low-densitity lipoprotein

1. GİRİŞ

Susam (*Sesamum indicum L.*) Pedaliaceae familyasına giren dünyanın ılıman ve tropik kuşağında yetişen tek yıllık bitkinin yağlı tohumlarıdır. Yağ hammaddesi olmasının yanı sıra sağlık üzerindeki olumlu etkileri ve lezzeti nedeniyle fırın ürünlerinde, şekerlemelerde, tatlılarda ve soslarda da kullanılmaktadır (Lyon, 1972; Ciftci ve ark., 2008). Susam yağı gıda endüstrisinin yanı sıra, parfümeri, kozmetik, farmasötik, insektisit ve boya endüstrilerinin de hammaddesidir (Simopoulos, 1999; Ribeiro ve ark., 2016).

Susam, % 40-60 oranında yağ içermektedir. İçerdiği yağın yaklaşık olarak % 41'ini oleik asit, % 43'ünü linoleik asit, % 9'unu palmitik asit, % 6'sını ise stearik asit oluşturmaktadır (Gunstone ve Hamilton, 2004). Bitkisel bir yağın, yağ asidi kompozisyonu elde edildiği kaynağa, olgunlaşma aşaması, toprak çeşidi ve iklim koşulları gibi çevresel faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir (El Khier ve ark., 2008).

Yapılan araştırmalar susam yağı tüketiminin beyin iskemisini (Ahmad ve ark., 2006) ve anti-diyabetik ilaçlarla sinerjistik bir etkiye sahip olması sayesinde hiperglisemiyi iyileştirildiğini ortaya koymuştur (Sankar ve ark., 2011). Ayrıca, kan basıncını düşürücü etki gösteren susam yağı, elektrolitlerin dengelenmesi ve lipit peroksidasyonunun azaltılmasında önemli bir rol oynar (Sirato-Yasumoto ve ark., 2001; Sankar ve ark., 2005). Bazı kanser türlerinin yayılma hızını azalttığı da bazı araştırmalarda rapor edilmiştir (Miyahara ve ark., 2001). Susamın serum kolesterolünü düşürücü ve serum antioksidan kapasitesini artırıcı etkisi vardır. Diyetine 4 hafta boyunca 40 g/gün dozunda kavrulmuş susam eklenen hiperlipidemik hastaların toplam kolestrol miktarlarının ve LDL değerlerinin düştüğü görülmüştür (Chen ve ark., 2005). Susam yağının sağlık üzerindeki söz konusu olası etkileri doymuş yağ asitlerinin oranının düşük olmasına, yüksek oranda doymamış yağ asidi içermesine, yağ asidi kompozisyonuna ve içerdiği antioksidan etkili bileşiklerine bağlanmaktadır (Sowmya ve ark., 2009; Ribeiro ve ark., 2016).

Susam yağının yüksek doymamış yağ asidi içeriğine rağmen diğer bitkisel yağlara göre işleme ve depolamaya karşı stabilitesinin yüksek olduğu bilinmektedir. Bu durum yağın içerdiği lignanlara, tokoferollere ve kavurma işlemi uygulanması durumunda oluşan esmerleşme reaksiyonu ürünlerine dayandırılmaktadır (Wan ve ark., 2015).

Susam yağında toplam lignan miktarı 6.5-17.3 g/kg aralığındadır. Bulunan başlıca lignanlar ise sesamin, sesamolin ve sesamol olup miktarları susam yağında sırasıyla 0.7-8.85 g/kg, 0.2-4.8 g/kg ve 50-100 mg/kg aralığındadır (Wan ve ark., 2015).

Susam yağında β-Sitosterol (139.0 mg/ 100g), kampesterol (22.3 mg/100 g) ve stigmasterol (41.5 mg/100 g) bulunmaktadır (Ryan ve ark., 2007). Susam yağınında bulunan en önemli tokoferol α-tocotrienoldür. Bununla birlikte α ve γ- tokoferoller de bulunmaktadır (Wan ve ark., 2015). Ham susamın düşük düzeyde de olsa (87.77 mg/kg) polifenolik bileşik içerdiği bilinmektedir.

Susam yağının stabilitesinde içerdiği antioksidan etkili bileşiklerinin sinerjist etkisinin olduğu ve bu nedenle özellikle doymamış yağ asitlerinin oksidasyona karşı stabilitesinin yüksek olduğu tahmin edilmektedir (Wan ve ark., 2015).

Yağlı tohumlar tipik tat ve aromanın geliştirilmesinin yanı sıra gevrek yapı da kazandırması nedeniyle kavurma işlemine tabi tutulur. Yağlı tohumun nem içeriğinde azalma, lipit modifikasyonu, Maillard reaksiyonundan kaynaklanan renk ve aromaya katkıda bulunan bileşiklerin oluşumu gibi yapısal ve kimyasal değişim oluşurken kolay presleme özelliği kazandırılır (Schlörmann ve ark., 2015).

Bu çalışmada ham susamda, kavurmanın farklı aşamalarında alınan kavrulmuş susamda ve kavrulmuş susamın öğütülmesi ile elde edilen tahinde yağ asidi profili belirlenerek susamın tahine işlenmesi ile yağ asitlerinde meydana gelen değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Susam protein, yağ, mineral madde ve vitaminlerce zengindir. Susamda % 40-60 oranında yağ bulunmakta ve susam yağının yaklaşık olarak % 80'i doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Yağ miktarı fazla olan susamlar yağ ve tahin üretiminde kullanılırken az olanlar simitlik ve bisküvilik olarak değerlendirilmektedir. Susam, Japonya'da geleneksel bir ürün olan gomatofu üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Sato, 2003).

Bitkisel yağların kalitesi içerdiği yağ asitleri kompozisyonu ile tanımlanmakta ve bitki türüne göre farklılık göstermektedir (Baydar ve Turgut, 1999). Yağların içerdiği yağ asitlerinin profili bitki türüne göre karakteristik olmakla birlikte yağın elde edilme yöntemi (solvent ekstraksiyonu ya da presleme) ve bitkinin yetişme koşulları gibi birçok faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu açıdan yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonunda hangi koşullarda nasıl bir değişim meydana geleceğinin bilinmesi, yağ kalitesi açısından önemli olmaktadır (Karaca ve Aytaç, 2007).

Susam yağında bulunan başlıca yağ asitleri oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit olup, % 43 oleik, % 43 linoleik, % 9 palmitik ve % 4 stearik asit bulunmaktadır (Sowmya ve ark., 2009). Elleuch ve ark. (2007) susamda yağ miktarının % 52.24 olduğunu, susam yağının % 44.06 oleik, % 35.56 linoleik, % 11.18 palmitik, % 6.40 stearik, % 0.50 linolenik ve % 0.40 araşidik asit içerdiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Yazıcıoğlu ve Karaali (1983), susam yağında % 45.69 linoleik, % 36.31 oleik, % 10.44 palmitik ve % 6.29 stearik asit içerdiğini belirlemişlerdir. Susam yağının doymuş yağ asidi oranının % 18,49, tekli doymamış yağ asidi oranının % 45.44, çoklu doymamış yağ asidi oranının ise % 36.06 olduğunu rapor etmişlerdir.

Uzun ve ark. (2007) susamın yağ içeriğini ve yağ asidi profilini incelemiş, % 55.4 oranında yağ bulunduğunu bunun % 45.3'ünü linoleik, % 36.8'ini oleik, % 9.4 palmitik, % 3.7 stearik ve % 0.4'ünü linolenik asidin oluşturduğunu belirlemişlerdir.

Vingering ve ark. (2010) susam yağında % 8.4 palmitik, % 0.1 palmitoleik, % 5.5 stearik, % 38.5 oleik, % 40.00 lineloik, % 0.40 linolenik, % 0.7 araşidik, % 0.3 eikosenoik, % 0.1 behenik, % 0.1 margarik asit tespit etmişlerdir. Susam yağındaki doymuş yağ asitlerinin % 14.9, tekli doymamış yağ asitlerinin % 40.2, çoklu doymamış yağ asitlerinin % 40.4, omega-3 yağ asidinin % 0.4, omega-6 yağ asidinin % 40.0, n-6/n-3 oranının 99.9 olduğunu tespit etmişlerdir.

Rahman ve ark. (2007) siyah, kahve ve beyaz susam çeşitlerinin yağ oranı üç çeşit için sırasıyla % 42.5, 44.3 ve 46.2 olarak bulmuşlardır. Siyah susam yağının % 83.2 doymamış, % 15.4 doymuş; kahverengi susam yağının % 82.9 doymamış, % 14.3 doymuş, beyaz susam yağının ise % 85.8 doymamış, % 12.2 doymuş yağ aside içerdiğini belirlemişlerdir.

El Khier ve ark. (2008) Sudan'da yetiştirilmiş 10 susam çeşidinin yağ oranının % 43.74-50.72, palmitik yağ asidinin % 9.70-12.9, stearik yağ asidinin % 2.4-4.3, oleik yağ asidinin % 41.3-48.4, linoleik yağ asidinin ise % 35.8-45.9 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Ryan ve ark. (2007) susamın % 40.5 yağ içerdiğini, yağ da ise % 8.62 palmitik, % 0.11 palmitoleik, % 5.43 stearik, % 39.09 oleik, % 40.39 linoleik, % 0.69 linolenik, % 1.77 araşidik, % 3.77 eikosenoik, % 0.12 behenik, % 0.21 erusik asit bulunduğunu belirlemişlerdir. Susam yapının % 15.9 doymamış yağ asidi, % 43.3 tekli doymamış ve % 41.1 çoklu doymamış yağ asidi içerdiğini tespit etmişlerdir.

Baydar ve Turgut (1999) Türkiye'nin 4 farklı bölgesinden (Marmara, Ege, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri) toplanan 60 susam çeşidinin yağ asidi profilindeki değişimi araştırarak ekolojik farklılığın yağ asitlerini etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Susamda palmitik (% 9.4), stearik (% 4.6), oleik (% 43.6) ve linoleik asit (% 41.3) tespit etmişler, farklı enlem kuşaklarında yer alan ekolojik bölgelere göre yağ asitlerinde önemli değişim olduğunu görmüşlerdir.

Tahin Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliğine göre "Tahin üretimine uygun susam (Sesamum indicum L.) tohumlarının tekniğine uygun olarak kabukları ayrıldıktan ve fırında kurutulup kavrulduktan sonra değirmende ezilmesi ile elde edilen ürün" olarak tanımlanmaktadır. Tahin, orta doğu ülkelerinde geleneksel bir ürün olarak tüketilmektedir (Razavi ve ark., 2007). Tahin % 50.87 toplam yağ, % 18.08 protein, % 24.05 karbonhidrat, % 5.5 diyet lifi, % 1.6 su, niasin (6.70 mg/100g), tiamin (1.08 mg/100 g), kalsiyum (960 mg/100g), demir (19.20 mg/100 g), magnezyum (362 mg/100g), potasyum (582 mg/100g), fosfor (659 mg/100 g), sodyum (12 mg /100 g), çinko (7.29 mg /100g) içerir (US Department of Agriculture, 2011). Tahinde toplam doymamış yağ asidi miktarı % 7.12, toplam tekli doymamış yağ asidi % 19.20 ve toplam çoklu doymamış yağ asidi miktarı ise % 22.29'dur (US Department of Agriculture, 2011).

Tahin, tahin helvası üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Akbulut, 2008). Tahin sade olarak tüketildiği gibi pekmez ya da bal ilavesiyle kahvaltılarda tüketilebilmektedir (Arslan ve ark., 2005; Razavi ve ark., 2007).

Bozkır tahini kabukları alınmayan susamdan yapılan tahin olup kabuğu soyulmuş susamdan yapılan tahine göre daha esmer renkli olup viskozitesi de daha yüksektir. Bozkır tahini çifte kavrulmuş olarak da adlandırılır. Bunun nedeni ise susamın daha fazla kavrulmasındandır. Tahinin esmer rengi kavurmaya bağlı olarak enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından ve fosfolipit degradasyonundan kaynaklanmaktadır (Husain ve ark., 1986).

Susam kabuğu mineral madde bakımından zengindir. Akbulut (2008) % 25, 50 ve 75 oranında bozkır tahini ilave edilen tahinin mineral madde içeriğini araştırmıştır. Bozkır tahini konsantrasyonun artmasına bağlı olarak Al, Ca, B, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P ve Zn miktarının arttığını Mg miktarının ise azaldığını tespit etmiştir. Susam kabuğunun antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Susam kabuğu ekstarktının linoleik asit peroksidasyonu önlemede tokoferole eşdeğer olduğu görülmektedir (Chang ve ark., 2002).

Susam yağı diğer bitkisel yemeklik yağlara göre oksidasyona karşı daha stabildir. Oksidasyona karşı stabilitesi yapısında bulunan sesamol, sesamolin, sesamin ve tokoferolden kaynaklandığı belirtilmektedir. Sesamol ve sesamolinin antioksidan etkisinden dolayı oksidasyon kaynaklı bozulmaya karşı stabilitesi fazladır (Lee ve ark., 2008).

14 farklı susamdan elde edilen susam yağının lignan (sesamin, sesamol, sesamolin) miktarı üzerine yapılan bir araştırmada değerlerin 7.11-17.30 mg/100g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Susam yağındaki lignanların ise yaklaşık olarak % 82'sini sesaminin oluşturduğunu belirlemişlerdir (Wu, 2007).

Kabuklu susamdan ekstrakte edilen susam yağının kabuksuz olarak ekstrakte edilen yağdan daha dayanıklı olduğu kaydedilmiştir (AbouGharbia ve ark., 1997). Konsoula ve Liakopoulou-Kyriakides (2010) zeytin, soya, ayçiçeği ve mısır yağlarına kavrulamamış kabuklu, kavrulmuş kabuklu, kavrulmamış kabuksuz, kavrulmuş kabuklu susam ekstraktları ve bunlardan elde edilen susam yağlarını ilave edilerek yağların termal stabiliteleri araştırmışlardır. 100 ^{o}C'de ısıtılan yağlardan susam ekstraktı ilave edilenlerin ısıya karşı daha dayanıklı olduğunu bunların içinden ise en dayanıklı olanın kavrulmamış kabuklu susam ilave edilen olduğu kaydedilmiştir. Elde ettikleri sonuçlar

doğrultusunda bitkisel yemeklik yağların oksidasyona karşı stabilitesini artırmak için susam ekstraktı ilave edilebileceğini tespit etmişlerdir.

Hemalatha ve Ghafoorunissa (2007) soya, ayçiçeği ve pirinç ruşeymi yağlarının termal ve depolama stabilitesine susam lignanlarının etkisini araştırmışlardır. % 1.2 oranında lignan ilavesinin termal stabiliteyi artırdığını özellikle sesaminin ısıya karşı direncinin fazla olduğunu ve yemeklik yağlarda doğal antioksidan olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Susam yağının kalitesi üzerine kavurma sıcaklığının etkisinin önemli olduğu bilinmektedir. Yen ve Shyu (1989), 180, 190, 200 ve 210 ^{o}C'de 30 dak. kavrulan susamlardan elde edilen yağların 25 ve 60 ^{o}C'de depolanması süresince oksidatif dayanıklılığını araştırmıştır. 25 ^{o}C'de depolanan yağlarda peroksit oluşumunun görülmediğini 60 ^{o}C'de depolananlarda ise oksidasyon ürünlerinin arttığını tespit etmişlerdir

Toci ve ark. (2013), 5 ve 25 ^{o}C'de karanlık ve gün ışında 6 ay depolanan kavrulmuş kahvede serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimi araştırmıştır. Gün ışığında depolanan örneklerde depolama süresince doymuş yağ asidi/ doymamış yağ asidi oranının arttığını tespit etmişlerdir.

Ozdemir ve ark. (2001) farklı sıcaklık ve sürelerde (104-162 ^{o}C, 0-45 dak.) kavrulan Giresun Akçakoca fındıklarının peroksit değeri ve serbest yağ asidi içeriğinde meydana gelen değişimi araştırmıştır. Akçakoca fındıklarında kavurma sıcaklığı ve süresindeki artışa paralel olarak peroksit değerinin azaldığını, serbest yağ asitlerinin ise arttığını tespit etmişlerdir.

Murkovic ve ark. (2004) Avustralya'da yaygın olarak kullanılan kabak çekirdeğinin presleme öncesinde kavrulması ile yağında meydana gelen değişimi incelemişlerdir. 150 ^{o}C'de kavrulan çekirdeklerden 50 dakikalık kavurma işlemi boyunca her 10 dakikada bir örnek alınarak analizlere tabi tutulmuşlardır. Linoleik asit miktarının kavurma işlemi sonunda % 54.2-54.6 oranında azaldığını belirlemişlerdir.

Lee ve ark. (2010) 180 ^{o}C'de 90 dak. kavrulan susamlardan elde edilen yağdaki oksidatif gelişmeyi ve lignan içeriğini araştırmışlardır. Kavurma süresi arttıkça sesamol miktarının arttığını, sesamolin miktarının ise azaldığını tespit etmişlerdir.

Lee ve ark. (2008), kavrulmuş susam yağında oksidasyon ve oksidasyona bağlı kötü tat gelişimini araştırmışlardır. Bu amaçla susam yağlarını 70 ^{o}C'de 4 hafta bekleterek her 7 günde bir örnek alarak analizlere tabi tutmuşlardır. Oksidasyonu konjuge dienoik asit, polar bileşikler ve yağ asidi kompozisyonu ile incelenmiştir.

Depolama boyunca yağ asidi kompozisyonunda önemli bir değişiklik olmadığını, konjuge dienoik ve polar bileşik miktarının ise düşük düzeyde arttığını belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda susam yağının oksidatif stabilitesinin yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Kavurma işlemi kahve, fındık ve susam gibi ürünlere arzu edilen tat ve aroma, tekstür sağlama amacıyla uygulanan bir işlemdir. Yağlı tohumda ısıl işlem, yağlı hücre duvarlarındaki proteinleri koagule etmek ve yağ akışı için geçirgen duvar oluşturmaktadır.

Özellikle susamın tahine işlenmesinde çok önemli bir aşamadır. Kavurma işlemine bağlı olarak tahinin özellikleri değişiklik göstermektedir (Akbulut ve Coklar, 2008). Tahin üretiminde kavurma işlemi üzerine farklı çalışmalar mevcuttur. El-Adawy ve Mansour (2000) buharda kavurma, vakumda kavurma, sıcak hava ile kavurma ve hot plate kavurma işlemlerinin tahinin besinsel özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır ve en uygun yöntemin 130 ^{o}C'de 1 saat olduğunu tespit etmişlerdir. Özcan ve Akgül (1993) ise tahin üretiminde en uygun kavurma sıcaklığının ve süresinin 100-150 ^{o}C'de 2.5-3 saat olduğunu kaydetmişlerdir. Kahyaoglu ve Kaya (2006) 120, 150 ve 180 ^{o}C'de 120 dak. kavrulan susamların kavurma işlemi süresince renk, nem ve tekstüründe meydana gelen değişimi araştırmışlardır. Kavurma işlemi boyunca nem içeriğinin düştüğünü, sarılık ve kırmızılık değerlerinin arttığını, daha kırılgan bir yapı kazandığını belirlemişlerdir.

Akbulut ve Coklar (2008) tahin, bozkır tahini ve karışımlarının (% 25, 50, 75) karıştırılan tahinin reolojik özelliklerini inceledikleri araştırmada tüm sıcaklıklarda non-newtoniyen akış sergilediğini bozkır tahini konsantrasyonunun artışına bağlı olarak viskozitenin arttığını kaydetmişlerdir.

Elleuch ve ark. (2007), susam tohumu ve tahin üretiminde atık olarak düşünülen susam kabuğunun kalite karakteristiklikleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Susam kabuğunun susam tanesine göre daha yüksek miktarda kül, diyet lifi, polifenolik madde, daha az miktarda protein ve yağ içerdiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra susam kabuğundan elde edilen yağın serbest doymamış yağ asidi, klorofil ve polifenol ve sesamol miktarının susam tanesinden elde edilen yağdan daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir.

Susam yağı diğer birçok sıvı yağa göre oksidasyona karşı daha dayanıklıdır (Elleuch ve ark., 2007). Bu durumun susam yağının lignan ve tokoferol içeriklerinden kaynaklandığı yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Yoshida ve ark., 1995).

Ayçiçeği yağına susam ekstraktı ilavesinin stabilitesini artırdığını rapor etmişlerdir. (Mohamed ve Awatif, 1998). AbouGharbia ve ark. (1997) kabuklu susamdan ekstrakte edilen yağın oksidatif stabilitesinin kabuksuz susamdan ekstrakte edilen yağdan daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada sesamol ve sesamolin ilavesinin 180 ^{o}C'de 60 dakika boyunca ısıtılan metil linoatın termal stabilitesini artırdığı belirlenmiştir (Lee ve ark., 2008). Fukuda ve ark. (1986) susam yağının kızdırılması sırasında antioksidan etkinin sesamolinin azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan sesamolden kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Schlörmann ve ark. (2015) farklı sıcaklık ve sürelerde kavurmanın fındık, badem, antep fıstığı ve cevizin yağ asidi profili üzerindeki etkisini araştırmış ve kavurma ile yağ asidi profilinde değişim olmadığını belirlemişlerdir. Yağlardaki ve yağlı tohumlardaki antioksidan etkili bileşikler yağ asitlerinin oksidasyonunu önleyebilir ya da geciktirebilir (Garrido ve ark., 2008).

Lin ve ark. (2016) kavurma sıcaklığı (150, 180 ve 200 ^{o}C) ve süresinin (5, 10 ve 20 dak.) bademin yağ asidi profili, fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Bademde palmitik, linoleik, oleik, elaidik ve stearik asitlerin bulunduğunu ana yağ asidinin ise oleik asit olduğunu belirlemişlerdir. 150 ve 180 ^{o}C kavurma sıcaklıklarında bademde doymamış yağ asitlerinin (linoleik, oleik ve elaidik asitler) ve doymuş yağ asitlerinin (palmitik ve stearik asitler) süre uzadıkça arttığını 200 ^{o}C'de uzun süreli bekletme (10 ve 20 ^{o}C) sonucunda ise yağ asitlerinde özellikle de doymamış yağ asitlerinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

Borchani ve ark. (2010) tahine işlemenin susamın yağ asidi profiline etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla işlenmemiş ham susamla, kabukları soyulmuş, kavrulmuş ve daha sonra öğütülmüş susam 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 olduğunu, tahine işleme ile yağ asitlerinde istatistiksel olarak önemli farkın olmadığını rapor etmişlerdir.

Susamın yağ verimi, yağ eldesinde kullanılan yönteme göre farklılık göstermektedir. Yapılan bir araştırmada solvent ekstraksiyonu ile susamdan % 59,97 yağ elde edilirken, verimin presleme ve enzimatik ekstraksiyonda sırasıyla % 42,00 ve % 36,65 olduğu ifade edilmiştir (Ribeiro ve ark., 2016).

Ribeiro ve ark. (2016) susamda solvent ekstraksiyonu ile elde ettikleri yağda miristik (0.171 mg/g toplam lipit), palmitik (96.112 mg/g toplam lipit), palmitoleik

(1.534 mg/g toplam lipit), margarik asit (0.377 mg/g toplam lipit), stearik (53.191 mg/g toplam lipit), oleik (366.047 mg/g toplam lipit), linoleik (428.127 mg/g toplam lipit), linolenik (2.725 mg/g toplam lipit), araşidik (5.395 mg/g toplam lipit), eikosanoik (1.368 mg/g toplam lipit), araaşidonik (1060 mg/g toplam lipit) ve lignoserik (0.645 mg/g toplam lipit) asitlerin olduğunu belirlemişlerdir. Presleme ile elde edilen yağların solvent ekstrakasiyonuna göre daha fazla miristik, oleik, linolenik, eikosanoik asit içerdiğini linolenik asit, margarik asit içeriklerinde ise önemli farkın olmadığı görülmüştür. Enzimatik yöntemle elde edilen susam yağlarının ise solvent ekstraksiyonuna göre daha yüksek oranda linoleik ve linolenik asit, daha düşük orana ise palmitik ve lignoserik asit içerdiği, diğer yağ asitlerinde ise iki yağ arasında istatistiksel olarak önemli farkın olmadığını bildirmişlerdir.

Garde-Cerdán ve ark. (2007) üzüm sularında laurik, miristik, palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik asitlerin bulunduğunu, 90 ^{o}C'de 1 dakika ısıl işleme maruz bırakılması durumunda yağ asidi profilinden değişimin olmadığını rapor etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Antalya-Manavgat'ta yetiştirilmiş susam örnekleri kullanılmıştır. Susamlar ilk olarak taş, toprak gibi yabancı maddelerden temizlenmesi için büyük havuzlarda suda bekletilmiştir. Kaba pisliklerinde ayrılan susamlar belirli derişimde tuz (NaCl) içeren çözeltide bekletilmiştir. Tuzlu sudan arındırmak için susamlar tekrar yıkanmış ve tuz uzaklaştırılmıştır.

3.2. Kavurma Yöntemi

Kavurma ve öğütme işlemleri Turgutlar Tahin Sanayi'nin Bozkır'da bulunan üretim tesislerinde yapılmıştır. Kavurma işlemi çift cidarlı kazanlarda indirekt yöntemle ısıtılarak 110 ^{o}C'de 175 dakikada gerçekleştirilmiştir. Kavurmanın etkisini görmek amacıyla kabuğu soyulmamış susamlardan belirli aralıklarla tüm kitleyi temsil edecek şekilde örnekleme yapılmıştır. Bu amaçla 175 dakikalık kavurma işlemi süresince 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 135, 150, 165 ve 175. dakikalarda örnek alınmıştır.

3.3. Yağ Ekstraksiyonu

Kavurma işleminin farklı sürelerinde alınan susamlardan yağ eldesi solvent ekstraksiyonu yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Öğütülen susam örneklerinden ve tahinden soxhlet kartuşlarına 10'er gr tartılmış ve soxhlet ekstraktöründe 250 ml petrol eteri ile 6 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonunda petrol eteri rotari evaporatörde (Scilogex-RE 100-pro, USA) 40 ^{o}C'de vakum altında uzaklaştırılarak yağ elde edilmiştir (Straccia ve ark., 2012).

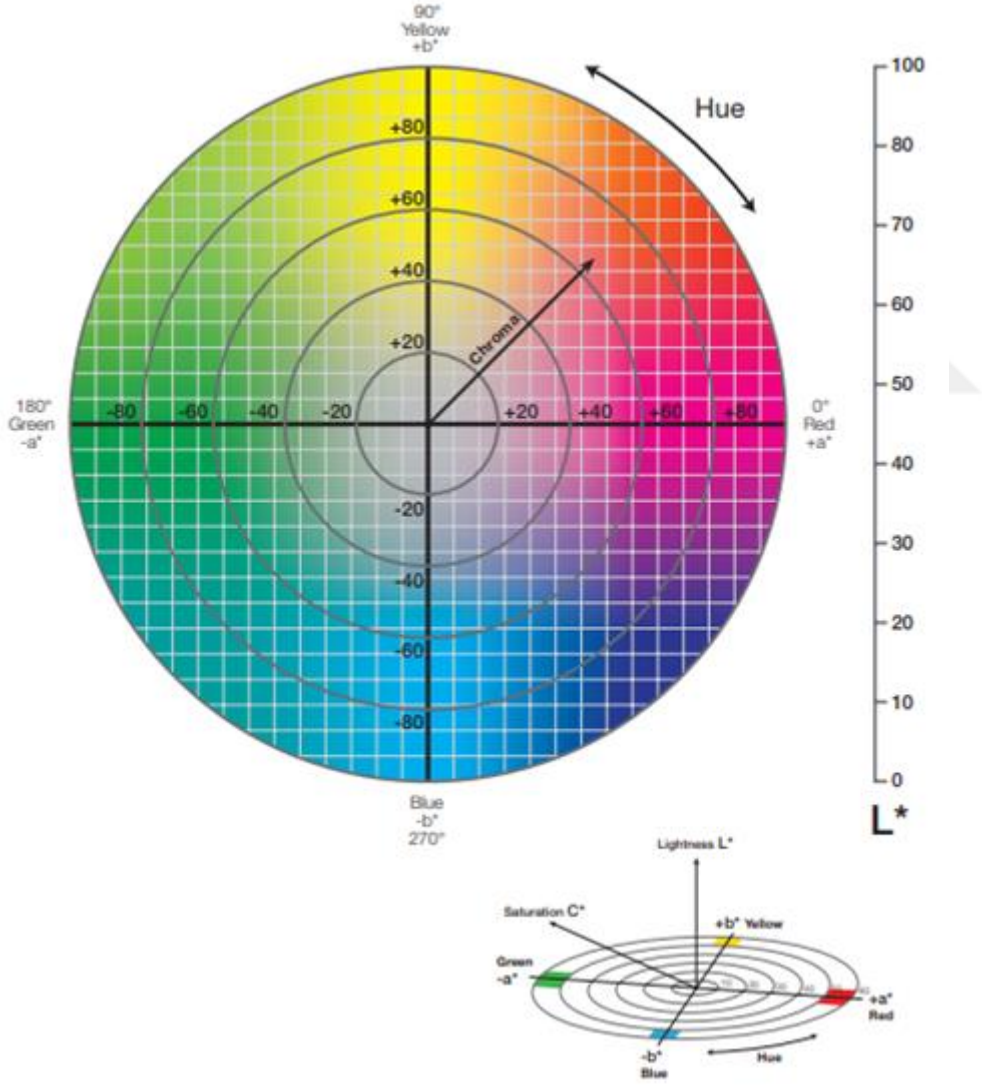
3.4. Analiz Yöntemleri

3.4.1 Renk Analizi

Yağların reflektans renk değerleri (*L**, *a**, *b**, h ve C*) 10 mm ışık yollu cam küvetlere konularak Konika-Minolta marka CM5 renk tayini cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Morello ve ark., 2004). Şekil 3.1.'de görüldüğü üzere CIELAB renk

skalasına göre L^* parlaklığı (L^*=0, siyah; L^*=100, beyaz), a^* kırmızılığı ve yeşilliği (+60, kırmızı; -60, yeşil) ve b^* değeri ise sarılığı ve maviliği (+60, sarı; -60, mavi), C* (Chroma) doygunluğu, h (hue) açı değerini ifade etmektedir. Renkte değişim ΔE ile ifade edilmekte olup Eşitlik 3.1. ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta E = \sqrt{\left((L*_o - L*)\right)^2 + (a*_o - a*)^2 + (b*_o - b*)^2} \qquad (3.1.)$$



Şekil 3.1 CIELAB renk skalası

3.4.2 Yağ asidi analizi

3.4.2.1. Yağ asitlerinin esterleştirilmesi

0.1 g yağ üzer 2 ml n-heptan ilave edilerek karıştırılmış ve üzerine 0.2 ml 2 N metanollü KOH eklenip 30 saniye vorteksten geçirilmiştir. Örnekler 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj (NF 800R, Nüve, Türkiye) edilerek üst faz GC'de okunmak üzere viallere aktarılmıştır (IOOC, 2001).

3.4.2.2. Gaz kromatografisi ile yağ asitlerinin analizi

Esterleştirilerek viallere aktarılan örnekler Agilent marka (7890 A) Gaz kromatografi cihazında okunmuştur. Analizde kullanılan GC ve çalışma koşulları Çizelge 3.1'de yer almaktadır. Esterleştirilmiş örneklerden 1 µl enjekte edilmiş ve yağ asitlerinin ayrımı HP-88, 100 m x 0.25 mm x 0.2 µm kolonda gerçekleştirilmiştir. Dedeksiyon Alev İyonizasyon Dedektörü (FID) ile yapılmıştır. Analiz sonrasında elde edilen kromatogramdan örnek içerisindeki yağ asitlerinin miktarı Supelco Ltd'den temin edilen standart referans yağ asidi metil esteri karışımı ve alıkonma süreleri yardımıyla % olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2014).

Çizelge 3.1. Yağ asidi profili için GC çalışma koşulları

Cihaz	:Agilent 7820A
Dedektör	:FID
Kolon	: HP-88, 100 m x 0.25 mm x 0.2 µm
GC (inlet)	: 260 ^{o}C, split oranı 30:1
Taşıyıcı gaz	: Hidrojen, Sabit akış hızında, 1 ml/dak
Fırın Sıcaklık Programı	:140 ^{o}C (5 dak.), 4 C/dak ile 240 ^{o}C (15 dak.)
Enjeksiyon Hacmi	: 1 µl

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Susam yağının renk değerleri sonuçları

Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susam yağlarının renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de, renk değerleri ise Çizelge 4.3'te verilmektedir. Çizelge 4.4'te kavurma süresinin kabuklu susam yağının renk değişimine (ΔE) etkisi görülmektedir.

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi kavurma süresinin artışı ile birlikte susam yağının *L*, a*, b*,* C* ve h değerlerinde istatistiksel açıdan önemli değişimler gözlenmiştir. Ham susam ve tahinden elde edilen yağların renk değerleri arasındaki farkın ise yine önemli olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te kavurma süresi ile birlikte susam yağlarının *L*, a*, b*,* C* ve h renk değerlerindeki değişim açık bir şekilde gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Farklı kavurma süresi uygulanan kabuklu susam yağlarının renk değerlerine ait (*L*, a*, b**) varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	*L**		*a**		*b**	
		K.O	F	K.O	F	K.O	F
Kavurma Süresi	12	1.0306	8.35*	0.51502	92.60*	40.712	123.51*
Hata	13	0.1235		0.00556		0.332	

***** $P<0.01$ seviyesinde önemli

Çizlege 4.2. Farklı kavurma süresi uygulanan kabuklu susam yağlarının renk değerlerine ait (C*, h*) varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	C*		h		
		K.O	F	K.O	F	
Kavurma Süresi	12	41.042	123.51*	0.80274	15.83*	;
Hata	13	0.332		0.05072		

***** $P<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.3. Kavurma süresinin susam yağının renk parametreleri (*L**, *a**, *b**, C* ve h*)* üzerine etkisi

Kavurma süresi (dak)	N	*L**	*a**	*b**	C*	h
Ham Susam	2	93.30±0.02ab	-2.74±0.00h	23.27±0.06h	23.43±0.06h	96.71±0.03ef
0	2	92.62±0.02c	-2.99±0.07f	25.67±0.21de	25.84±0.21de	96.65±0.11f
20	2	92.15±1.01e	-2.81±0.18gh	25.46±0.30ef	25.62±0.28ef	96.29±0.47g
40	2	92.60±0.47cd	-2.85±0.09g	26.24±0.04d	26.39±0.03d	96.19±0.20g
60	2	93.23±0.15ab	-3.12±0.13e	24.97±0.54efg	25.16±0.52efg	97.13±0.45d
80	2	92.15±0.05de	-4.11±0.57b	30.28±0.55b	30.55±0.55b	97.73±0.04ab
100	2	92.84±0.01bc	-3.67±0.04c	27.92±0.35c	28.16±0.35c	97.49±0.02bc
120	2	93.22±0.02ab	-3.41±0.00d	25.29±0.40ef	25.52±0.40ef	97.68±0.12ab
135	2	93.29±0.16ab	-3.21±0.04e	25.27±0.27ef	25.48±0.26ef	97.25±0.1cd
150	2	93.28±0.04ab	-3.39±0.01d	24.33±0.21g	24.56±0.21g	97.93±0.03a
165	2	93.45±0.21a	-3.21±0.05e	22.80±0.52h	23.03±0.52h	97.96±0.23a
175	2	93.21±0.51ab	-3.02±0.04f	24.69±0.43fg	24.87±0.42fg	96.98±0.21de
Tahin	2	90.90±0.07f	-4.44±0.04a	40.25±1.68a	40.49±1.67a	96.30±0.21g

Kavrulmuş susam yağlarının *L** değerinde kavurmanın 80. dakikasına kadar genel olarak bir azalma görülse de 80. dakikadan sonra yağlarının *L** değerlerinde artış meydana gelmiş en yüksek değer 165. dakika kavrulmuş susamların yağında belirlenmiştir. Tahin yağının *L** değerinin kavrulmuş ve kavrulmamış susam yağlarından daha düşük olduğu görülmüştür.

*a** değeri Hunter skalasında kırmızılık (+*a**)-yeşillik (*a**) değerlerini ifade etmektedir. +*a** değerindeki artış rengin kırmızılığındaki artışı, -*a** değerindeki artış ise rengin yeşilliğindeki artışı yansıtmaktadır. Ham susam yağının *a** değeri -2.74±0.00 olarak ölçülmüştür. Tahin yağının –*a** değerinin gerek ham susamın ve gerekse kavurmanın tüm aşamalarındaki susamların yağlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Kavurma işlemi boyunca ise en yüksek değer kavurmanın 80. dakikasındaki örneğin yağında belirlenmiştir.

Kavrulmamış ham susam yağının ve tahin yağının *b** değerleri sırasıyla 23.27±0.06 ve 40.25±1.68 olarak ölçülmüştür. Kavurmanın 80. dakikasına kadar *b** değerlerinde artış meydana gelirken 80. dakikadan sonra azalma meydana gelmiştir. Kavurma işlemi sırasında susam yağlarının *b** değerlerinde meydana gelen değişimin istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

*b** değerine benzer şekilde ham susam yağının C* değerinin (23.43±0.06) tahin yağının C* değerinden (40.49±1.67) daha düşük olduğu görülmüştür. Kavurma işlemi sırasında susam yağlarının C* değerinin 80. dakikaya kadar arttığı daha sonrasında düşüş meydana geldiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Kavurma süresine bağlı olarak susam yağlarındaki renk değişimleri (Δ*E*)

Kavrulma süresi (dak.)	Δ*E* değerleri
0	2.51±0.19
20	2.54±0.46
40	3.07±0.05
60	1.76±0.40
80	7.24±0.44
100	4.76±0.29
120	2.13±0.31
135	2.06±0.22
150	1.25±0.17
165	0.75±0.31
175	1.50±0.36
Tahin	17.23±1.22

Renkteki değişimi ifade eden Δ*E* değerleri göz önünde bulundurulduğunda tahin yağının renginin ham ve tüm kavurma aşamalarında alınan susamların yağlarından daha yüksek olduğu (17.23±1.22) görülmektedir. Kavurma süreleri kendi aralarında karşılaştırıldığında ise 80. dakikadaki susam yağının renginin diğer tüm aşamalardaki yağlardan önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir.

Tahin yağının ve ham susam yağının h değerleri sırasıyla 96.30±0.21 ve 96.71±0.03 olarak belirlenmiştir. Kavurma işlemi boyunca genel olarak susam yağlarının h değerinde artış belirlenmiştir. Bununla birlikte kavurmanın 150. dakikasına kadar artış gösteren susam yağlarının h değerinde 175. dakikada tekrar azalma görülmüştür.

Tohumların kavrulması işlemi sonrasında renginde değişim olduğu daha önce yapılan bazı araştırmalarda da rapor edilmiştir (Taha ve Matthäus, 2018).

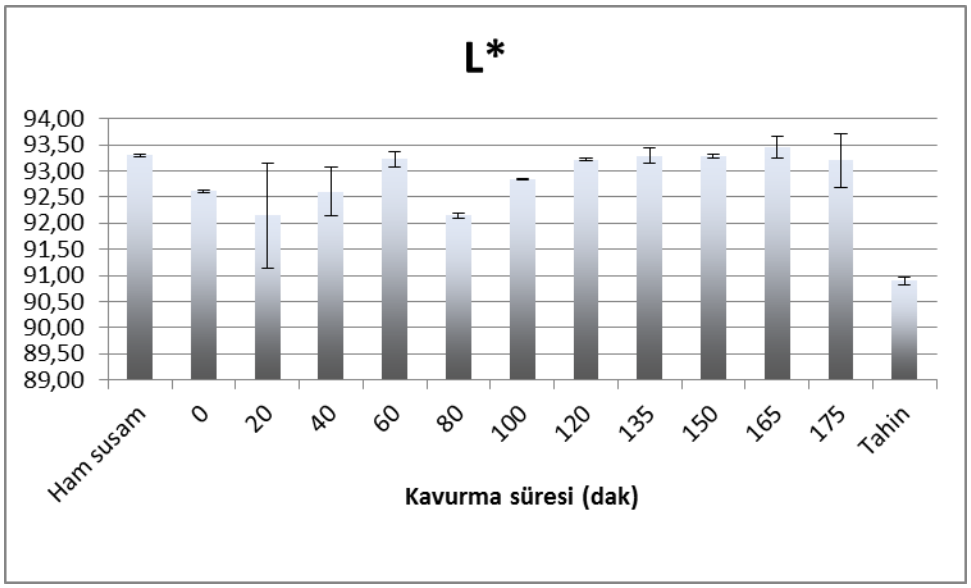
Taha ve Matthäus (2018) kavrulmuş aspirden elde edilen yağın ham aspir yağına göre daha koyu renkli olduğunu tespit etmişler ve renkteki söz konusu kararmanın Maillard reaksiyonundan olabileceğini ifade etmişlerdir.

Benzer şekilde Harhar ve ark. (2011) kavrulmuş argan tohumu yağlarının kavrulmamış tohumlardan elde edilen yağlara göre daha koyu renkli olduğunu belirlemişlerdir.

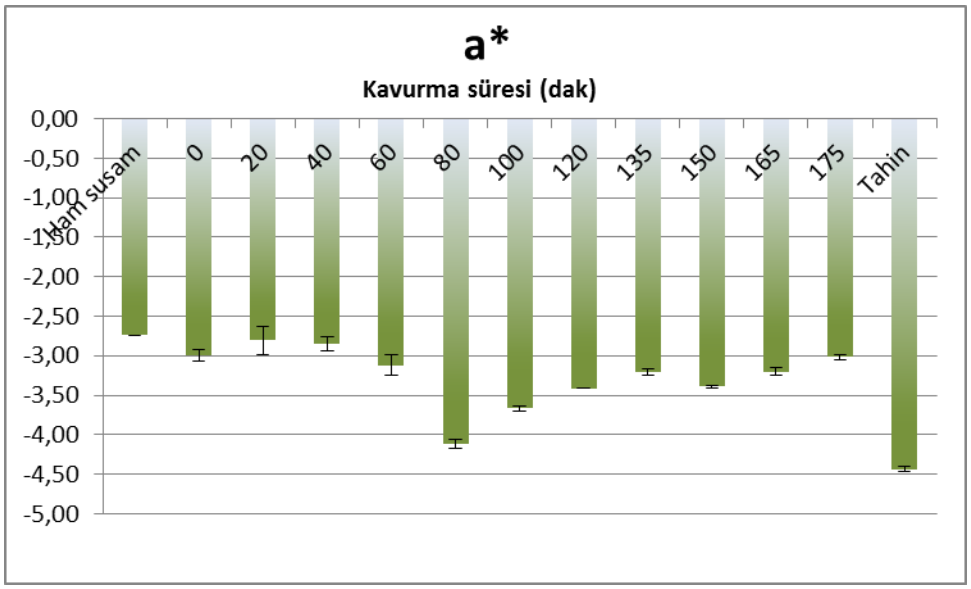
Yapılan bir başka araştırmada 160, 170 ve 180 ^{o}C'de 5, 10 ve 15 dakika kavrulan pirinç kepeği yağlarının kavrulmamış pirinç kepeği yağına göre daha esmer olduğunu, artan ve sıcaklık ile esmer pigment oluşumunun arttığını rapor etmişlerdir (Kim ve ark., 2002).

Aktaş ve ark. (2018) Nevşehir çerçevelisi ve Ürgüp sivrisi kabak çekirdeklerinin 175 ^{o}C'de 15 dakika kavrulması sonrasında yağlarının *L** değerlerinin azaldığını, *a** ve *b** değerlerinin ise arttığını rapor etmişlerdir.

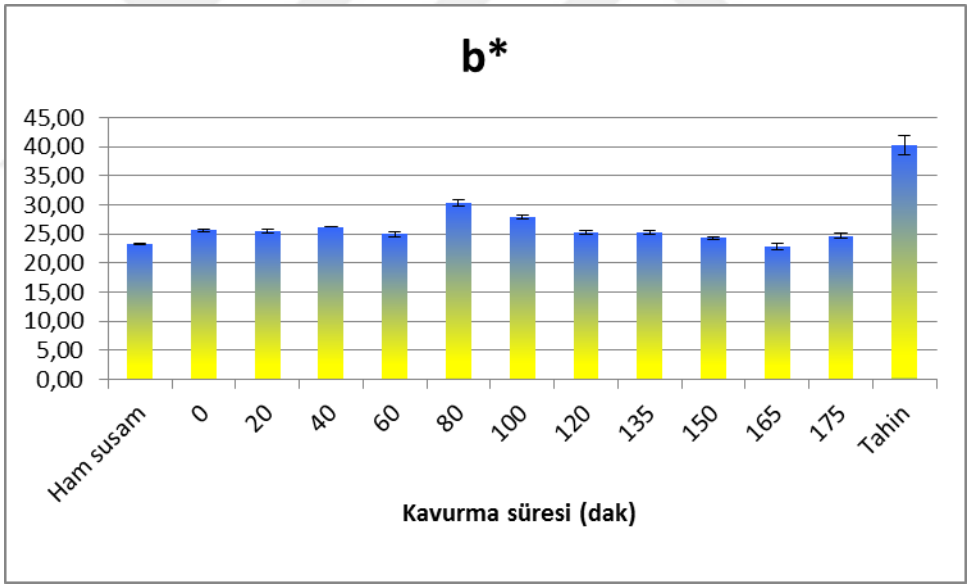
Liaotrakoon ve ark. (2016) kavrulmamış, 150 ^{o}C'de 30 dak. ve 150 ^{o}C'de 60 dakika kavrulmuş kaju fıstığı yağlarının renginde meydana gelen değişimi araştırdıkları çalışmalarında çiğ kaju yağının kavrulmuş olandan *L** değerinin daha yüksek olduğunu kavurma süresi uzadıkça *L** değerinin daha da azaldığını belirlemişlerdir. Kavrulmamış ham kaju yağı, 30 dakika ve 60 dakika kavrulmuş kaju yağlarında *a** değerlerini -3.01, -1.14 ve 0.88 olarak belirlemişler ve kavrulma ile yağda kırmızılığın arttığını belirtmişlerdir. Kavrulmamış kaju yağının *b** değerini 25.63 olarak belirlemişlerdir. 30 dakika kavurma sonrasında değerin 27.75'e, 60 dakika kavurma sonrasında ise 30.69'a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Kavrulmuş kaju fıstığı yağlarının ham kaju yağından daha esmer olduğunu ifade etmişlerdir.



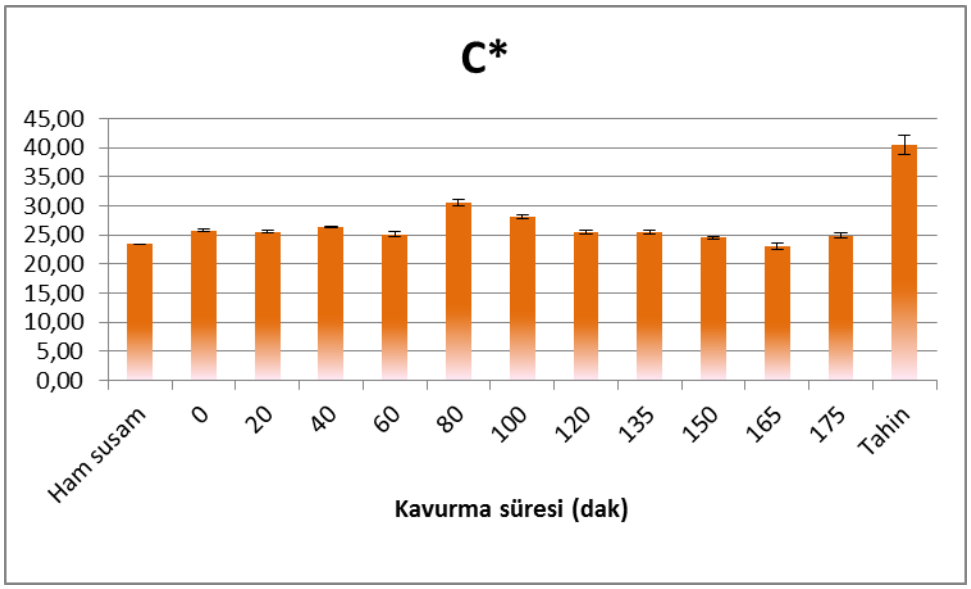
Şekil 4.1. Kabuğu soyulmamış susamların kavrulmasında sürenin *L** renk değeri üzerine etkisi



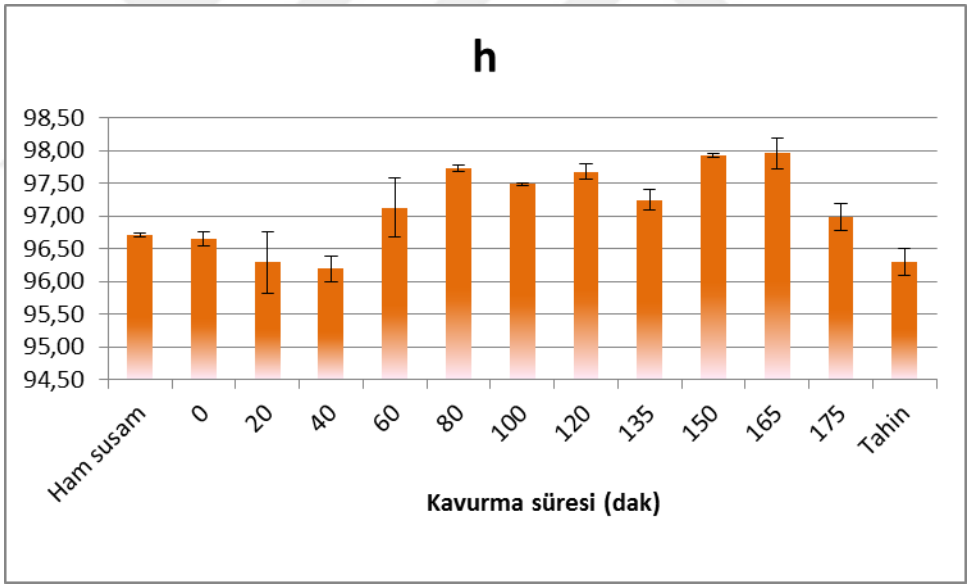
Şekil 4.2. Kabuğu soyulmamış susamların kavrulmasında sürenin *a** renk değeri üzerine etkisi



Şekil 4.3. Kabuğu soyulmamış susamların kavrulmasında sürenin *b** renk değeri üzerine etkisi



Şekil 4.4. Kabuğu soyulmamış susamların kavrulmasında sürenin Chroma (C*) renk değeri üzerine etkisi



Şekil 4.5. Kabuğu soyulmamış susamların kavrulmasında sürenin hue (h*) renk değeri üzerine etkisi

4.2. Susam yağının yağ asitleri sonuçları

Susam yağlarının yağ asitleri üzerine kavurma süresinin etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de ise farklı sürelerde kavrulmuş olan kabuklu susam, ham susam ve tahin yağlarının doymuş ve doymamış yağ asidi bileşimlerindeki değişim görülmektedir.

Bu çalışmada kullanılan ham susam yağının yağ asitlerine bakıldığında en fazla yağ asidinin % 41.38 ile oleik asit olduğu (C18:1n9c) ve bunu sırasıyla % 40.89 ile linoleik asit ((C18:2n6c), % 9.72 palmitik asit (C16:0), % 6.62 ile stearik asit (C18:0) izlediği görülmüştür. Bu yağ asitlerinin dışında ham susam yağında belirlenen diğer yağ asitleri miristik asit (C14:0), araşidik asit (C20:0), behenik asit (C22:0), palmitoleik asit (C16:1), eikosenoik asit (C20:1) ve α-linolenik asit (C18:3n3) olup bunların her birinin ayrı ayrı oranları % 1'in altında olduğu belirlenmiştir.

Ham susam yağındaki toplam doymuş yağ oranı (SFA) % 17.12, tekli doymamış yağ oranı (MUFA) % 41.67, çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) oranı ise % 41.19 ve toplam doymamış yağ oranının ise % 82.86 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8)
Benzer durum tahin içinde geçerli olsa da tahindeki oleik asit oranı % 43.21 olduğu ve bu oranın ham susam yağının oleik asit düzeyinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Dolaylı olarak tahin yağının toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranı (% 43.53), ham susam yağının MUFA değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Tahin yağının toplam çoklu doymamış yağ asidi oranı (% 40.31) ise ham susam yağınınkinden (% 41.19) daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. Farklı kavurma süresi uygulanan kabuklu susam yağlarının yağ asitlerine ait varyans analiz sonuçları

		C14:0		**C16:0**		**C18:0**		**C20:0**	
Varyans kaynağı	**SD**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kavurma süresi	12	0.000001907	0.73	0.02128	0.86	0.0968	0.67	0.00110	0.11
Hata	13	0.000002625		0.02471		0.1435		0.01019	

Çizelge 4.5. Devamı

		C22:0		**C16:1**		**C18:1n9c**	
Varyans kaynağı	**SD**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kavurma süresi	12	0.000046	0.04	0.0000065	0.01	0.4670	1.78
Hata	13	0.001178		0.0007849		0.2630	

Çizelge 4.5. Devamı

		C20:1		**C18:2n6c**		**C18:3n3**	
Varyans kaynağı	**SD**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Kavurma süresi	12	0.0001262	0.47	0.0954	0.30	0.000046	0.03
Hata	13	0.0002688		0.3156		0.001376	

Çizelge 4.6. Susam yağında kavurma süresine bağlı olarak belirlenen doymuş yağ asitlerindeki değişim

Kavurma süresi (dak.)	Yağ asitleri (%)				
	C14:0	C16:0	C18:0	C20:0	C22:0
Ham susam	0.017±0.001	9.668±0.322	6.629±0.221	0.693±0.098	0.134±0.033
0	0.017±0.001	9.710±0.090	6.812±0.088	0.697±0.091	0.136±0.014
20	0.021±0.001	9.787±0.083	6.763±0.083	0.691±0.081	0.131±0.031
40	0.019±0.001	9.714±0.086	6.738±0.170	0.694±0.104	0.130±0.010
60	0.018±0.001	9.742±0.042	6.737±0.067	0.696±0.053	0.130±0.030
80	0.018±0.000	9.459±0.031	6.674±0.094	0.684±0.046	0.129±0.011
100	0.018±0.002	9.710±0.090	6.757±0.077	0.694±0.106	0.133±0.023
120	0.018±0.001	9.664±0.074	6.774±0.046	0.695±0.006	0.130±0.038
135	0.018±0.001	9.672±0.088	6.763±0.134	0.697±0.017	0.132±0.010
150	0.018±0.003	9.698±0.009	6.665±0.045	0.698±0.102	0.131±0.019
165	0.017±0.001	9.671±0.069	6.769±0.131	0.702±0.022	0.137±0.028
175	0.018±0.001	9.556±0.046	6.694±0.206	0.690±0.010	0.131±0.030
Tahin	0.017±0.001	9.449±0.059	5.960±0.860	0.611±0.059	0.117±0.013

C14:0: Miristik asit ; C16:0: Palmitik asit; C18:0: Stearik asit; C20:0: Araşidik asit; C22:00: Behenik asit

Sato (2003), susamda yaklaşık olarak % 40-60 oranında yağ olduğunu ve bu yağın yağ asitlerinin yaklaşık olarak % 80'inin doymamış yağlardan oluştuğunu belirtmiştir.

Sowmya ve ark. (2009) susam yağında bulunan başlıca yağ asitlerinin oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit olduğunu rapor etmişleridir.

Elleuch ve ark (2007) susamda yağ miktarının % 52.24 olduğunu ve susam yağının % 44.06 oleik, % 35.56 linoleik, % 11.18 palmitik, % 6.40 stearik, % 0.50 linolenik ve % 0.40 araşidik asit içerdiğini tespit etmişlerdir. Yazıcıoğlu ve Karaali (1983), susam yağında % 45.69 linoleik, % 36.31 oleik, % 10.44 palmitik ve % 6.29 stearik asit içerdiğini belirlemişlerdir. Susam yağının doymuş yağ asidi oranının % 18,49, tekli doymamış yağ asidi oranının % 45.44, çoklu doymamış yağ asidi oranının ise % 36.06 olduğunu rapor etmişlerdir. Uzun ve ark. (2007) susamın yağ içeriğini ve yağ asidi profilini incelemiş, % 55.4 oranında yağ bulunduğunu bunun % 45.3'ünü linoleik, % 36.8'ini oleik, % 9.4 palmitik, % 3.7 stearik ve % 0.4'ünü linolenik asidin oluşturduğunu belirlemişlerdir.

Vingering ve ark. (2010) susam yağında % 8.4 palmitik, % 0.1 palmitoleik, % 5.5 stearik, % 38.5 oleik, % 40.00 lineloik, % 0.40 linolenik, % 0.7 araşidik, % 0.3

eikosenoik, % 0,1 behenik, % 0,1 margarik asit tespit etmişlerdir. Susam yağındaki doymuş yağ asitlerinin % 14.9, tekli doymamış yağ asitlerinin % 40.2, çoklu doymamış yağ asitlerinin % 40.4, omega-3 yağ asidinin % 0.4, omega-6 yağ asidinin % 40.0, n-6/n-3 oranının 99.9 olduğunu tespit etmişlerdir.

El Khier ve ark. (2008) Sudan'da yetiştirilmiş 10 susam çeşidinin yağ oranının % 43.74-50.72, palmitik yağ asidinin % 9.70-12.9, stearik yağ asidinin % 2.4-4.3, oleik yağ asidinin % 41.3-48.4, linoleik yağ asidinin ise % 35.8-45.9 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Ryan ve ark. (2007) susamın % 40.5 yağ içerdiğini, yağ da ise % 8.62 palmitik, % 0.11 palmitoleik, % 5.43 stearik, % 39.09 oleik, % 40.39 linoleik, % 0.69 linolenik, % 1.77 araşidik, % 3.77 eikosenoik, % 0.12 behenik, % 0.21 erusik asit bulunduğunu belirlemişlerdir. Susam yapının % 15.9 doymamış yağ asidi, % 43.3 tekli doymamış ve % 41.1 çoklu doymamış yağ asidi içerdiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.7. Susam yağında kavurma süresine bağlı olarak belirlenen tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerindeki değişim

Kavurma Süresi (dak.)	**Yağ asitleri (%)**				
	C16:1	**C18:1n9c**	**C20:1**	**C18:2n6c**	**C18:3n3**
Ham susam	0.119±0.020	41.379±0.350	0.176±0.016	40.891±0.919	0.295±0.015
0	0.120±0.015	41.538±0.252	0.172±0.018	40.482±0.311	0.306±0.056
20	0.122±0.008	41.461±0.439	0.172±0.002	40.551±0.366	0.301±0.049
40	0.121±0.011	41.493±0.307	0.172±0.006	40.616±0.495	0.304±0.034
60	0.120±0.005	41.402±0.373	0.172±0.010	40.678±0.253	0.305±0.005
80	0.116±0.016	41.552±0.268	0.173±0.001	40.888±0.232	0.307±0.004
100	0.118±0.020	41.505±0.495	0.174±0.010	40.584±0.326	0.305±0.005
120	0.118±0.038	41.515±0.385	0.175±0.010	40.609±0.401	0.302±0.012
135	0.122±0.030	41.470±0.430	0.175±0.021	40.645±0.295	0.305±0.017
150	0.121±0.024	41.505±0.455	0.176±0.009	40.682±0.202	0.305±0.030
165	0.119±0.009	41.433±0.367	0.176±0.012	40.669±0.211	0.307±0.012
175	0.118±0.013	41.774±0.126	0.178±0.012	40.537±0.414	0.305±0.023
Tahin	0.121±0.021	43.211±0.300	0.202±0.004	39.996±0.048	0.317±0.003

C16:1: Palmitoleik asit; C18:1n9c: Oleik asit; C18:2n6c: Linoleik asit ; C18:3n3: α -Linolenik asit; C20:1: Eikosenoik asit

Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamların yağ asidi profiline ve bunların oranlarına bakıldığında ham susam yağının yağ asidi profili ile aynı olduğu ve oransal benzerlikler gösterdiği belirlenmiştir. Kavurma süresi ile birlikte susam yağının yağ asidi oranlarında bir değişim olduğu ancak bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Kavurma süresi başlangıcında kabuklu susam yağının toplam doymamış yağ asidi oranı % 17.37 iken bu oran 175 dakikalık kavurma süresi sonunda % 17.09, toplam MUFA oranı % 41.89'den % 42.07'ye ve toplam PUFA oranının ise % 40.79'den % 40.84'e değiştiği görülmektedir. Bu oranlar kavurma süresi ile birlikte yağ asidi oranlarında çok az düzeyde bir değişimin olduğu ve fakat bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Bu durum kabuklu susama uygulanan farklı kavurma süresinin 175 dakikaya kadar yağ asidi profili ve oranları üzerinde önemli bir değişim oluşturmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.8. Farklı kavurma süreleri uygulanan kabuğu soyulmamış susam yağlarının toplam doymuş, tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerindeki değişim

Kavurma Süresi (dak.)	ΣSFA	ΣMUFA	ΣPUFA
Ham susam	17.124	41.673	41.186
0	17.366	41.829	40.788
20	17.372	41.755	40.852
40	17.294	41.786	40.920
60	17.323	41.694	40.983
80	16.964	41.841	41.195
100	17.313	41.797	40.890
120	17.281	41.808	40.911
135	17.283	41.767	40.950
150	17.211	41.802	40.987
165	17.296	41.728	40.976
175	17.088	42.070	40.842
Tahin	16.153	43.534	40.312

SFA: Doyumuş yağ asitleri; MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri; PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

Susam yağının kalitesi üzerine kavurma sıcaklığının etkisinin önemli olduğu bilinmektedir. Yen ve Shyu (1989), 180, 190, 200 ve 210 ^{o}C'de 30 dak. kavrulan susamlardan elde edilen yağların 25 ve 60 ^{o}C'de depolanması süresince oksidatif dayanıklılığını araştırmıştır. 25 ^{o}C'de depolanan yağlarda peroksit oluşumunun görülmediğini 60 ^{o}C'de depolananlarda ise oksidasyon ürünlerinin arttığını tespit etmişlerdir

Toci ve ark. (2013), 5 ve 25 ^{o}C'de karanlık ve gün ışında 6 ay depolanan kavrulmuş kahvede serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimi araştırmıştır. Gün ışığında depolanan örneklerde depolama süresince doymuş yağ asidi/doymamış yağ asidi oranının arttığını tespit etmişlerdir.

Ozdemir ve ark. (2001) farklı sıcaklık ve sürelerde (104-162 ^{o}C, 0-45 dak.) kavrulan Giresun Akçakoca fındıklarının peroksit değeri ve serbest yağ asidi içeriğinde meydana gelen değişimi araştırmıştır. Akçakoca fındıklarında kavurma sıcaklığı ve süresindeki artışa paralel olarak peroksit değerinin azaldığını, serbest yağ asitlerinin ise arttığını tespit etmişlerdir.

Murkovic ve ark. (2004) Avustralya'da yaygın olarak kullanılan kabak çekirdeğinin presleme öncesinde kavrulması ile yağında meydana gelen değişimi incelemişlerdir. 150 ^{o}C'de kavrulan çekirdeklerden 50 dakikalık kavurma işlemi boyunca her 10 dakikada bir örnek alınarak analizlere tabi tutulmuşlardır. Linoleik asit miktarının kavurma işlemi sonunda % 54.2-54.6 oranında azaldığını belirlemişlerdir.

Schlörmann ve ark. (2015) farklı sıcaklık ve sürelerde kavurmanın fındık, badem, antep fıstığı ve cevizin yağ asidi profili üzerindeki etkisini araştırmış ve kavurma ile yağ asidi profilinde değişim olmadığını belirlemişlerdir.

Lin ve ark. (2016) kavurma sıcaklığı (150, 180 ve 200 ^{o}C) ve süresinin (5, 10 ve 20 dak.) bademin yağ asidi profili, fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Bademde palmitik, linoleik, oleik, elaidik ve stearik asitlerin bulunduğunu ana yağ asidinin ise oleik asit olduğunu belirlemişlerdir. 150 ve 180 ^{o}C kavurma sıcaklıklarında bademde doymamış yağ asitlerinin (linoleik, oleik ve elaidik asitler) ve doymuş yağ asitlerinin (palmitik ve stearik asitler) süre uzadıkça arttığını 200 ^{o}C'de uzun süreli bekletme (10 ve 20 ^{o}C) sonucunda ise yağ asitlerinde özellikle de doymamış yağ asitlerinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

Borchani ve ark. (2010) tahine işlemenin susamın yağ asidi profiline etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla işlenmemiş ham susamla, kabukları soyulmuş, kavrulmuş ve daha sonra öğütülmüş susam 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 olduğunu, tahine işleme ile yağ asitlerinde istatistiksel olarak önemli farkın olmadığını rapor etmişlerdir.

Garde-Cerdán ve ark. (2007) üzüm sularında laurik, miristik, palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik asitlerin bulunduğunu, 90 ^{o}C'de 1 dakika ısıl işleme maruz bırakılması durumunda yağ asidi profilinden değişimin olmadığını rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen susam yağı yağ asidi profili ve oranları mevcut araştırmalardan elde edilen sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir. Yine bu çalışmanın esasını oluşturan kavurma süresinin kabuklu susamın yağ asidi profili ve düzeyleri üzerindeki değişimi ile ilgili elde ettiğimiz sonuçlar yukarıda bahsedilen çoğu çalışmalar ile benzer sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir. Kavurma süresinin susam yağının yağ asidi profili ve düzeylerine önemli bir katkısının olmadığı bu çalışma ile elde edilirken çoğu literatürlerde (Schlörmann ve ark. (2015) bu sonuçları desteklediği görülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Tahin, Türkiye'de ve Dünya'da sevilerek tüketilen ve kavrulmuş susamdan üretilen geleneksel bir üründür. Tahinin duyusal niteliklerini geliştirmek amacıyla susam çoğunlukla kabuğu soyularak kavrulmakta ve değirmenden geçirilerek uygun bir yapıya getirilmektedir. Genel olarak susamların kabukları soyularak tahin elde edilse de Ülkemizin Konya Bozkır gibi bazı bölgelerinde kabuğu soyulmadan geleneksel olarak kavrulan ve ezilen susamlardan da üretilmektedir. Kabuğu soyulmadan normal kavurma süresi uzun tutularak renk ve lezzeti geliştirilen susamlardan elde edilen tahin Bozkır tahini ismi ile piyasalarda ticari olarak pazarlanmaktadır.

Bu çalışmada uzun süre kavurma işleminin kabuklu olarak kavrulan susamların yağlarında nasıl bir değişim meydana getireceği araştırılmıştır. Bu açıdan kavurma süresinin kabuklu susamların renk değerleri (L^*, a^*, b^*, C*, h ve ΔE) ve yağ asidi profillerinde ve oranlarında herhangi bir değişim meydana getirip getirmediği bu çalışma ile ortaya çıkarılmıştır.

Araştırma sonuçlarına bakıldığında kavrulmuş susamların yağlarının renk değerlerinde önemli bir değişim olduğu görülmektedir. Bununla birlikte uzun kavurma sürelerinde yağlarının renk değerlerinde çok önemli değişimin gözlemlenmemesi olumlu bir durum olarak düşünülmektedir.

Susam yağının yağ asidi profiline bakıldığında toplam doymamış yağ oranının % 82 civarında olduğu ve bu oranının yarısının çoklu doymamış yağ asitlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asidi oranının yüksekliği insan sağlığı açısından oldukça önem arz etmektedir. Yine tekli doymamış yağ asitlerine bakıldığında bu oranın yaklaşık % 95'ini oleik asidin oluşturması, susam yağı kalitesinin oldukça önemli olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Kavrulmuş kabuklu susam yağlarının yağ asidi profiline ve yağ asidi oranlarına bakıldığında renkte ortaya çıkan benzer bir durumun ortaya çıktığı görülmektedir. Kavurma süresi boyunca susamların yağ asidi profili ve oranlarının değişmediği ortaya çıkmıştır. Yağ asidi profilinde ve oranlarında ham susama göre bir değişimin gözlenmemiş olması yine susam yağının ısıya karşı dayanıklı olduğu ve bundan dolayı da bir değişimin gözlemlenmediği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

5.2 Öneriler

Kavurma süresi 175 dakikaya kadar olan sürenin yağ asidi profilini ve oranını etkilemediği görülmektedir. Konya'nın Bozkır ilçesinde üretilen ve buradan Türkiye'ye ve Dünya'ya yayılan önemli bir lezzet olan kabuklu susamın uzun süre kavrulması sonucu elde edilen susamdan üretilen Bozkır Tahininin üretilmesinde uygulanan uzun kavurma süresinin (175 dakika) susam yağının ve dolaysıyla tahin yağının kalite özelliklerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Aksine daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında (Taşkınoğlu, 2014) susamda ve daha çok kabuğunda bulunan ve insan beslenmesinde sağlık açısından olumsuz bir etki oluşturan fitik asitin parçalanmasında, uygulanan kavurma süresinin etkili olduğu ve fitik asiti azalttığı göz önünde bulundurulursa belirli bir süreye kadar kavurma uygulamasının yararlı olacağı görülmektedir.

KAYNAKLAR

AbouGharbia, H. A., Shahidi, F., Shehata, A. A. Y. ve 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.

Ahmad, S., Yousuf, S., Ishrat, T., Khan, M. B., Bhatia, K., Fazli, I. S., Khan, J. S., Ansari, N. H. ve Islam, F., 2006, Effect of dietary sesame oil as antioxidant on brain hippocampus of rat in focal cerebral ischemia, *Life sciences*, 79 (20), 1921-1928.

Akbulut, M., 2008, Comparative studies of mineral contents of hulled sesame paste (tahin), unhulled sesame paste (Bozkir tahin) and their blends, *Asian Journal of Chemistry*, 20 (3), 1801-1805.

Akbulut, M. ve Coklar, H., 2008, Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels, *Journal of Food Process Engineering*, 31 (4), 488-502.

Aktaş, N., Gerçekaslan, K. E. ve Uzlaşır, T., 2018, The effect of some pre-roasting treatments on quality characteristics of pumpkin seed oil, *OCL*, 25 (3), A301.

Anonim, 2014, Analysis of Fatty Acids in Infant Formulas Using an Agilent J&W HP-88 Capillary GC Column, [05.10.2012].

Arslan, E., Yener, M. E. ve Esin, A., 2005, Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends, *Journal of Food Engineering*, 69 (2), 167-172.

Baydar, H. ve Turgut, İ., 1999, Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (1), 81-86.

Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C. ve Attia, H., 2010, Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils.

Chang, L. W., Yen, W. J., Huang, S. C. ve Duh, P. D., 2002, Antioxidant activity of sesame coat, *Food Chemistry*, 78 (3), 347-354.

Chen, P. R., Chien, K. L., Su, T. C., Chang, C. J., Liu, T. L., Cheng, H. C. ve Tsai, C. M., 2005, Dietary sesame reduces serum cholesterol and enhances antioxidant capacity in hypercholesterolemia, *Nutrition Research*, 25 (6), 559-567.

Ciftci, D., Kahyaoglu, T., Kapucu, S. ve Kaya, S., 2008, Colloidal stability and rheological properties of sesame paste, *Journal of Food Engineering*, 87 (3), 428-435.

El-Adawy, T. A. ve 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.

El Khier, M. K. S., Ishag, K. E. A. ve Yagoub, A., 2008, Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4 (6), 761-766.

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

Fukuda, Y., Nagata, M., Osawa, T. ve Namiki, M., 1986, Chemical aspects of the antioxidative activity of roasted sesame seed oil, and the effect of using the oil for frying, *Agricultural and Biological Chemistry*, 50 (4), 857-862.

Garde-Cerdán, T., Arias-Gil, M., Marsellés-Fontanet, A. R., Ancín-Azpilicueta, C. ve Martín-Belloso, O., 2007, Effects of thermal and non-thermal processing treatments on fatty acids and free amino acids of grape juice, *Food Control*, 18 (5), 473-479.

Garrido, I., Monagas, M., Gómez-Cordovés, C. ve Bartolomé, B., 2008, Polyphenols and antioxidant properties of almond skins: influence of industrial processing, *Journal of Food Science*, 73 (2), C106-C115.

Gunstone, F. ve Hamilton, R., 2004, The chemistry of oils and fats: Sources, *Composition, Properties and Uses, CRC, Boca Raton*, 141-143.

Harhar, H., Gharby, S., Kartah, B., El Monfalouti, H., Guillaume, D. ve Charrouf, Z., 2011, Influence of argan kernel roasting-time on virgin argan oil composition and oxidative stability, *Plant Foods for Human Nutrition*, 66 (2), 163-168.

Hemalatha, S. ve Ghafoorunissa, 2007, Sesame lignans enhance the thermal stability of edible vegetable oils, *Food Chemistry*, 105 (3), 1076-1085.

Husain, S. R., Terao, J. ve Matsushita, S., 1986, Effect of browning reaction products of phospholipids on autoxidation of methyl linoleate, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 63 (11), 1457-1460.

IOOC, 2001, International Olive Oil Council, Method of Analysis, Preparation of the Fatty Acid Methyl Esters From Olive Oil and Olive Pomace Oil. COI/T.20/Doc.no.24

Kahyaoglu, T. ve Kaya, S., 2006, Modeling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting, *Journal of Food Engineering*, 75 (2), 167-177.

Karaca, E. ve Aytaç, S., 2007, Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 123-131.

Kim, I.-H., Kim, C.-J., You, J.-M., Lee, K.-W., Kim, C.-T., Chung, S.-H. ve Tae, B.-S., 2002, Effect of roasting temperature and time on the chemical composition of rice germ oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79 (5), 413-418.

Konsoula, Z. ve Liakopoulou-Kyriakides, M., 2010, Effect of endogenous antioxidants of sesame seeds and sesame oil to the thermal stability of edible vegetable oils, *Lwt-Food Science and Technology*, 43 (9), 1379-1386.

Lee, J., Lee, Y. ve Choe, E., 2008, Effects of sesamol, sesamin, and sesamolin extracted from roasted sesame oil on the thermal oxidation of methyl linoleate, *Lwt-Food Science and Technology*, 41 (10), 1871-1875.

Lee, S. W., Jeung, M. K., Park, M. H., Lee, S. Y. ve Lee, J., 2010, Effects of roasting conditions of sesame seeds on the oxidative stability of pressed oil during thermal oxidation, *Food Chemistry*, 118 (3), 681-685.

Liaotrakoon, W., Namhong, T., Yu, C. ve Chen, H., 2016, Impact of roasting on the changes in composition and quality of cashew nut (Anacardium occidentale) oil, *International Food Research Journal*, 23 (3), 986.

Lin, J.-T., Liu, S.-C., Hu, C.-C., Shyu, Y.-S., Hsu, C.-Y. ve Yang, D.-J., 2016, Effects of roasting temperature and duration on fatty acid composition, phenolic composition, Maillard reaction degree and antioxidant attribute of almond (Prunus dulcis) kernel, *Food Chemistry*, 190, 520-528.

Lyon, C. K., 1972, Sesame: current knowledge of composition and use, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 49 (4), 245-249.

Miyahara, Y., Hibasami, H., Katsuzaki, H., Imai, K. ve Komiya, T., 2001, Sesamolin from sesame seed inhibits proliferation by inducing apoptosis in human lymphoid leukemia Molt 4B cells, *International journal of molecular medicine*, 7 (4), 369-371.

Mohamed, H. ve Awatif, I., 1998, The use of sesame oil unsaponifiable matter as a natural antioxidant, *Food Chemistry*, 62 (3), 269-276.

Morello, J. R., Motilva, M. J., Tovar, M. J. ve Romero, M. P., 2004, Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction, *Food Chemistry*, 85 (3), 357-364.

Murkovic, M., Piironen, V., Lampi, A. M., Kraushofer, T. ve Sontag, G., 2004, Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds), *Food Chemistry*, 84 (3), 359-365.

Ozdemir, M., Ackurt, F., Yildiz, M., Biringen, G., Gurcan, T. ve Loker, M., 2001, Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (Corylus Avellena L.), *Food Chemistry*, 73 (2), 185-190.

Özcan, M. ve Akgül, A., 1993, Tahinde Fiziksel-Kimyasal Analizler ve Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi, *GIDA*, 19 (6).

Rahman, M., Hossain, M., Ahmed, G. ve Uddin, M., 2007, Studies on the characterization, lipids and glyceride compositions of Sesame (Sesamum indicum linn.) Seed Oil, *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 42 (1), 67-74.

Razavi, S. M. A., Najafi, M. B. H. ve Alaee, Z., 2007, The time independent rheological properties of low fat sesame paste/date syrup blends as a function of fat substitutes and temperature, *Food Hydrocolloids*, 21 (2), 198-202.

Ribeiro, S. A. O., Nicacio, A. E., Zanqui, A. B., Biondo, P. B. F., de Abreu-Filho, B. A., Visentainer, J. V., Gomes, S. T. M. ve Matsushita, M., 2016, Improvements in the quality of sesame oil obtained by a green extraction method using enzymes, *Lwt-Food Science and Technology*, 65, 464-470.

Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T. P., Maguire, A. R. ve O'Brien, N. M., 2007, Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes, *Plant Foods for Human Nutrition*, 62 (3), 85-91.

Sankar, D., Sambandam, G., Rao, M. R. ve Pugalendi, K., 2005, Sesame oil exhibits additive effect on nifedipine and modulates oxidative stress and electrolytes in hypertensive patients, *Journal of nutraceuticals, functional & medical foods*, 4 (3-4), 133-145.

Sankar, D., Ali, A., Sambandam, G. ve Rao, R., 2011, Sesame oil exhibits synergistic effect with anti-diabetic medication in patients with type 2 diabetes mellitus, *Clinical nutrition*, 30 (3), 351-358.

Sato, E., 2003, Effects of different kind of sesame materials on the physical properties of gomatofu (sesame tofu), *Food Hydrocolloids*, 17 (6), 901-906.

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

Simopoulos, A. P., 1999, Essential fatty acids in health and chronic disease, *The American journal of clinical nutrition*, 70 (3), 560s-569s.

Sirato-Yasumoto, S., Katsuta, M., Okuyama, Y., Takahashi, Y. ve Ide, T., 2001, Effect of sesame seeds rich in sesamin and sesamolin on fatty acid oxidation in rat liver, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (5), 2647-2651.

Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. ve 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.

Straccia, M. C., Siano, F., Coppola, R., La Cara, F. ve Volpe, M. G., 2012, Extraction and characterization of vegetable oils from cherry seed by different extraction processes.

Taha, E. ve Matthäus, B., 2018, Effect of Roasting Temperature on Safflower Seeds and Oil, *Mansoura Journal of Food and Dairy Sciences*, 9 (3), 103 - 109.

Toci, A. T., Neto, V. J. M. F., Torres, A. G. ve Farah, A., 2013, Changes in triacylglycerols and free fatty acids composition during storage of roasted coffee, *Lwt-Food Science and Technology*, 50 (2), 581-590.

Uzun, B., Arslan, C., Karhan, M. ve Toker, C., 2007, Fat and fatty acids of white lupin (Lupinus albus L.) in comparison to sesame (Sesamum indicum L.), *Food Chemistry*, 102 (1), 45-49.

Vingering, N., Oseredczuk, M., du Chaffaut, L., Ireland, J. ve Ledoux, M., 2010, Fatty acid composition of commercial vegetable oils from the French market analysed using a long highly polar column, *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 17 (3), 185-192.

Wan, Y., Li, H., Fu, G., Chen, X., Chen, F. ve Xie, M., 2015, The relationship of antioxidant components and antioxidant activity of sesame seed oil, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (13), 2571-2578.

Wu, W. H., 2007, The contents of lignans in commercial sesame oils of Taiwan and their changes during heating, *Food Chemistry*, 104 (1), 341-344.

Yazıcıoğlu, T. ve Karaali, A., 1983, Türk bitkisel yağlarının yağ asitleri bileşimleri, *TÜBİTAK. Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü. Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü. Yayın* (70).

Yen, G. C. ve Shyu, S. L., 1989, Oxidative Stability of Sesame Oil Prepared from Sesame Seed with Different Roasting Temperatures, *Food Chemistry*, 31 (3), 215-224.

Yoshida, H., Shigezaki, J., Takagi, S. ve Kajimoto, G., 1995, Variations in the composition of various acyl lipids, tocopherols and lignans in sesame seed oils roasted in a microwave oven, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68 (4), 407-415.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Cundullah ÖZALP
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : BEŞİRİ 03/12/1985

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Üniversite	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Selçuklu Konya	2011
Yüksek Lisans	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Selçuklu Konya	2019

UZMANLIK ALANI

Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi

YABANCI DİLLER

İngilizce