



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAVURMA SÜRESİNİN KABUKLU SUSAMIN FİTİK ASİT İÇERİĞİ VE BAZI FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Naime TİTİZCE

YÜKSEK LİSANS

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalını

Eylül-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Naime TİTİZCE

Tarih:04.09.2014

ÖZET

YÜKSEK LİSANS
KAVURMA SÜRESİNİN KABUKLU SUSAMIN FİTİK ASİT İÇERİĞİ VE BAZI FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Naime TİTİZCE

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

2014, 45

Jüri
Doç. Dr. Mehmet AKBULUT
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR
Yrd. Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR

Bu çalışmada kavurma süresinin kabuklu susamın fitik asit içeriği ve bazı fiziko kimyasal özelliklerine etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Antalya-Manavgat yöresinden temin edilen susam örnekleri 100 °C civarında 175 dakika süreyle kavrulmuştur. Susam örneklerinde, fitik asit, renk, mineral madde ve antioksidan kapasiteye göre analiz edilmiş, kavurma süresine göre değerlendirilmiştir. Kavurma sürecinde fitik asit içeriğinin önemli seviyede ($P < 0.01$) düştüğü gözlenmiştir. Kavurma süreci sonrasında susamların mineral madde içeriği ve antioksidan kapasitesine bakıldığında önemli düzeyde ($P < 0.01$) azaldığı gözlenmiştir Kavurma işlemleri susam örneklerinin renk, koyu kırmızı ve sarılığında artışa neden olmuştur ($P < 0.01$) .
.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite, Bozkır tahini, fitik asit, kabuklu susam, mineral içeriği, renk.

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF ROASTING TIME ON PHYTIC ACID CONTENT AND SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF UNHULLED SESAME SEEDS

Naime TİTİZCE

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2014, 45

Jury
Doç. Dr. Mehmet AKBULUT
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR
Yrd. Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR

In this study, to reveal that the effect of roasting time on phytic acid content and some physico-chemical properties of unhulled sesame seeds is aimed . Sesame samples obtained from regions of Antalya Manavgat province were roasted at 100 °C for 175 minute. The color, phytic acid content, minerals and antioxidant capacity and from the index refrank properties of sesame samples were analyzed before and after roasting. After the roasting phytic acid contents of sesame samples decreased significantly ($P<0.01$).After the roasting, the mineral contents and antioxidant capacity of all samples decreased significantly ($P<0.01$). Roasting processes have caused an increase in dark, red and yellow units of colour of sesame samples ($P<0.01$).

Keywords: Antioxidant activity, Bozkır tahin, phytic acid, hulled sesame,mineral content, colour.

ÖNSÖZ

Çalışmamın tamamında gösterdiği ilgi, anlayış ve önerileri ile yardımlarını esirgemeyen, engin fikirleriyle yetişmeme ve gelişmeme katkıda bulunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet AKBULUT'a, araştırmam boyunca derin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım saygıdeğer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hacer ÇOKLAR'a, sonsuz teşekkürleri sunarım.

Naime TİTİZCE
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER



..... iv

ÖZET iv

ABSTRACT v

ÖNSÖZ vi

İÇİNDEKİLER vii

SİMGELER VE KISALTMALAR viii

1. GİRİŞ 1

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 3

3. MATERYAL VE METOT 13

3.1. Materyal 13
3.2. Metot 13
3.2.1. Kavurma işlemi 13
3.2.2. Analiz metotları 13
3.2.2.1. Yağsız susam unu eldesi 13
3.2.2.2. Antioksidan aktivite (DPPH) analizi 14
3.2.2.3. Mineral madde tayini 14
3.2.2.4. Renk analizi 15
3.2.2.5. Fitik asit analizi 15
3.2.2.6. Reaksiyon hız sabitlerinin ve yarılanma süresinin hesaplanması 16

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 17

4.1. Antioksidan Kapasite (DPPH) Sonuçları 17
4.2. Mineral Madde Sonuçları 18
4.3. Fitik Asit Değerleri Sonuçları 22
4.4. Renk değerleri sonuçları 23
4.5. Reaksiyon hız sabitleri ve yarılanma ömrü 26

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 29

5.1. Sonuçlar 29
5.2. Öneriler 29

ÖZGEÇMİŞ.....37

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrad derece
µ	Mikron
g	Gram
mg	Miligram
kg	Kilogram
ml	Mililitre
L	Litre
Nm	Nanometre
r^2	Doğrulama Katsayısı

Kısaltmalar

Dak	Dakika

1. GİRİŞ

Susam (Sesames *indicum L.*) Lamiales takımından, Pedaliaceae familyasına ait dik ve tek yıllık bir bitkidir. Subtropikal ve tropikal bölgelerde yetişen susamın kökeninin Mezopotamya, bugünkü Pakistan -Hindistan olduğu düşünülmektedir. Susam tohumu yaklaşık 6000 yıl boyunca önemli bir gıda olarak kullanılmaktadır. Burma, Hindistan, Çin, Etiyopya, Myanmar, Sudan, Orta Amerika ve Nijerya susam üretiminde önemli ülkelerdir. Yurdumuzda ise susam en çok Antalya, Muğla, Manisa, Balıkesir, İzmir, Aydın, Bursa ve Denizli'de yetiştirilmektedir. Türkiye' de yetişen beyaz susam dünyanın en iyi susamıdır. Üretilen toplam susam tohumu miktarı 2012 yılında 3.840.000'dir ve en büyük susam üreticisi 720.000 ton ile Burma'dır (FAO, 2012) . Bu miktar, soya fasulyesi, kolza tohumu ve palmiye yağı gibi diğer yağlı tohumların kıyasla daha küçük olmakla birlikte, susam tohumu ve yağının değeri için önemli ölçüde yüksektir. Ayrıca 2007 yılı itibariyle susam yağlı tohumlar üretiminde 3.380.604 ton ile altıncı sıradadır. Dünyada kişi başına düşen susam tüketimi ile ilgili olarak, Güney Kore'nin 6-7 g/gün ile en yüksek olduğu ve Japonya'nın 3 g / gün ile takip ettiği bildirilmektedir. Japonya 150.000 ton ile en büyük susam ithalatı yapan ülkedir ve bunun % 60'ı ile yağ işlenmektedir. Bu son derece değerli gıda için artan bir talep olmasına rağmen, muhtemelen yetiştiricilikten kaynaklanan sorunlar nedeniyle susam üretiminde, artmamıştır (Namiki, 2007).

Susamın büyüme dönemi genellikle 3-4 ay arasında değişmektedir, çiçeklenme dönemi ise ekimden 30-40 gün sonra başlanmaktadır. Çiçeklenme dönemi, büyüme dönemi boyunca devam eder. Bitkilerin yaprak ve kapsüllerinin sararması ve yapraklarının kısmen dökülmesi ile çiçeklenme durur, kapsül aniden dağılır ve tohum dökülür. Sonuç olarak, susam mekanik olarak hasat yapılamaz ve kapsamlı bir el emeği gerektirir (Namiki ve Kobayashi, 1989).

Susam tohumları kabuğunun rengi, boyutu, tekstürü yetiştirme koşullarına göre değişmektedir. En çok kullanılan tohum beyaz- kahverengi gölgelidir ve bunu Asya ülkelerinde üretilen siyah tohum takip etmektedir. Ayrıca altın ve mor tohumlarda son derece değerlidir. Son zamanlarda, Teksas' da (ABD) bir çiftlikte büyük ölçekli üretim başarılmıştır ve bu üretimden sonra yetiştiriciler hastalığa, böceğe, kuraklığa ve hasat zamanında saçılmaya karşı dirençli mükemmel tohumlar yetiştirmişlerdir. Bu gelişmiş yetiştirme teknikleri kullanarak, üretim maliyetleri keskin olarak düşürülmüştür (Smith, 2000).

Birçok ülkede susam sağlık için yararlı bir gıda olarak kabul edilmektedir ve sağlığa olan olumlu etkilerini araştırmak için birçok bilimsel araştırma yapılmıştır. (Shyu ve Hwang, 2002). Geleneksel Hint tıbbında susam yağı insan vücudu masajı için temel yağ olarak kullanılmaktadır. Hipokrat susamı yüksek değerli bir besin olarak değerlendirmiştir. Çeşitli bitkilerin tıbbi etkilerini açıklayan bir Çin kitabında susam; enerji ve sakin bir zihin sağlayan ve uzun süre yenildiğinde yaşlanmayı geciktiren fizyolojik etkilere sahip bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Anonim).

Kavrulmuş susamın birçok formu vardır. Tahin olarak adlandırılan ürün, herhangi bir katkı ilave edilmeksizin kabuğu soyulmuş ve kavrulmuş susam tohumların ezilmesiyle elde edilen % 100 susam ürünüdür (Abu-Jdayil, 2004). Susam tohumlarının yüksek miktarlarda yağ ve protein içermesi tahinin, dolayısıyla helvanın zengin ve kaliteli bir bilesime sahip olmasını sağlamaktadır (Ceyhun, 2003). Susam yağında doğal olarak bulunan ve hidrolizle parçalandığında aktif sesamol oluşturan fenolik bir yapıya sahip olan sesamolin ve tokoferollerin yüksek düzeydeki antioksidan etkisi, susam yağı, tahin ve tahin helvasını acılaşmaya karsı dayanıklı kılmaktadır (Baylan ve ark., 1993). Ayrıca tahin helvasında su miktarının çok düşük olması, besin yoğunluğunun yanı sıra mikrobiyolojik açıdan dayanıklılığının da önemli bir nedenidir (Baylan, 1990).

Tahin fasulye, nohut, salata gibi bazı yerel yemeklerin hazırlanmasında ve bal ve pekmez (meyve pekmezi) gibi bazı tatlıların hazırlanmasında kullanılır. Türkiye' de yerel bir tatlı olan helva da bal, kristal şeker, glikoz şurubu, üzüm şurubu, dut pekmezi gibi özel tatlandırıcılarla tahinin karıştırılması sonucu yapılmaktadır (Yurdagel ve Baysal, 1996).

Bu projenin amacı, özelikle kabuklu susamdan üretilen ve Bozkır tahini olarak çokça sevilerek tüketilen tahindeki fitik asit düzeyinin, kabuklu susama uygulanan ısıl işlem süresine bağlı olarak nasıl bir etki sağladığını araştırmak ve bu sürelerin kabuklu susamın diğer bazı fiziko-kimyasal özelliklerine olan etkisini belirlemektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Susamın ana bileşenleri yağ, protein, karbonhidrattır ve az miktarda çeşitli mineraller ve vitaminler bulunmaktadır. Aşağıda kahverengi susam tohumu için değerler gösterilmektedir. (Namiki,2007)

Çizelge 2.1. Susam tohumunun bileşimi (100 g) (Namiki,1998)

Bileşim Öğeleri	Miktar	Bileşim Öğeleri	Miktar
Enerji(kalori)	578	Fe (mg)	9.6
Nem(%)	4.7	Na (mg)	2
Yağ (g)	51.9	K (mg)	400
Protein (g)	19.8	Vitamin A (IU)	0
Karbonhidrat (g)	18.4	Karoten(mg)	17
Lif (g)	10.8	Vitamin B1 (mg)	0.95
Kül (g)	5.2	Vitamin B2 (mg)	0.25
Ca (mg)	1200	Niasin (mg)	5.1
Mg (mg)	370	Vitamin C	0
P (mg)	540		

Beslenme açısından bakıldığında susamın ana enerji kaynağı yağdır. Beyaz tohumlarda bu oran %55 siyah tohumlarda ise % 47.8'dir ancak bu oran tür ve yetiştirme koşullarına göre değişebilmektedir (Tashiro ve ark., 1990).

Susam yağında oleik asit(18:1, % 39.1), linoleik asit (18:02, % 40.0), palmitik asit (16:00, %9.4), stearik asit (18:00, % 4.76) ve az miktarda linolenik asit (18:03, % 0.46) bulunmakla birlikte yağ asidi kompozisyonu yetiştirme koşullarına göre değişmektedir. (Kamal-Eldin ve Appelqvist, 1994a).

Susam tohumu ortalama % 22,3 protein içerir ve bu oran yağı alınmış tohumun %50'sine tekabül etmektedir. Aminoasit içeriği türler arasında değişiklik göstermektedir fakat susamın beyaz ve siyah türleri arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır (Namiki ve Kobayashi, 1989).

FAO/WHO (1973) tarafından tavsiye edilen standart değerler ile karşılaştırıldığında, susam proteininin aminoasit bileşiminde az miktarda lizin (31 mg/g) ve daha fazla miktarlarda diğer aminoasitler metiyonin (36 mg/g) ,sistein (25 mg/g), arginin (140 mg/g) ve lösin (75 mg/g) bulunmaktadır. Kavrulmamış susam tohumu az miktarda glutamik asit, arginin, aspartik asit ve alanin aminoasitlerini içermektedir.

Susamın karbonhidrat içeriği ağırlığının yaklaşık %18-20'sidir. Susam tohumunda az miktarda glikoz, früktoz ve planteose içermektedir ancak nişasta mevcut değildir (EI Adawy ve Mansour, 2000).

Susam önemli miktarda B vitamini içermektedir. Ancak B vitamini tohum kabuğunda bulunduğu için kabuğu soyulmuş susam tohumunda B vitamini bulunmamaktadır. Susam tohumlarının vitaminleri arasında Vitamin E' nin varlığı susamın sağlıklı bir gıda olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, susam tohumu tokoferoller çoğunlukla γ-izomer olarak mevcuttur ve α-tokoferol oranı oldukça düşüktür. γ-tokoferol E vitamini aktivitesi, α tokoferol göre % 10'dan daha az olduğu bilinmektedir (Bieri ve Evarts, 1974).

Susam sesamin, sesamolin, sesaminol gibi karakteristik lignanları önemli miktarda içerir. Susamda bulunan lignanlar çeşitli fonksiyonel aktiviteleri açısından susamın en önemli ve karakteristik bileşenleri olarak not edilmektedir. Susam da bulunan sesamin ve sesamolinin önemli lignanlar olduğu bilinmektedir (Budowsky, 1964) ve yine sesaminolünde bir başka önemli lignan olduğu bildirilmiştir (Osawa ve ark., 1985).Susamda sesaminin 200-500 mg/100 g, sesamolinin ise 200-300 mg/100 g bulunduğu bildirilmiştir (Kamal-Eldin ve ark., 1994).

Ayrıca susam, fitosteroller, resveratrol ve flavonoidler gibi birçok biyoaktif bileşen içermektedir. Susamın, bitkilerde bulunan ve kimyasal yapı olarak kolesterolün yapısına benzeyen fitosterol (400-413 mg/100 g) yönünden de zengin bir kaynak olduğu belirtilmektedir. Diyetle alınan fitosterollerin; kan kolesterol seviyesini düşürdüğü, bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve kanser riskini azalttığı bilinmektedir (Anonim, 2007; Demir, 2003).

Susam tohumu, çeşitli mineral bileşenleri açısından zengindir fakat minerallerin besin değeri üzerine az sayıda çalışma yapılmıştır. Modern diyetlerde genellikle eksik olan kalsiyum ve demir, yüksek konsantrasyonlarda (sırasıyla 1200 mg/100g ve 9.6 mg/100 g) bulunmaktadır. Ancak; Ca gövdede kalsiyum oksalat olarak bulunduğunda susamdan temin edilebilen kalsiyum azalabilir (Yamashita, 1995).

Nas ve ark. (2001), yaptığı bir çalışmada susam yağının bazı antioksidan maddeleri içerdiğini bildirmişlerdir. Susam yağının üstün oksidasyon stabilitesinin sesamole bağlı olduğunu ve ana yağ asidi içeriği olarak da % 37-49 arasında oleik asit ve % 35-47 arasında linoleik asit bulunduğunu belirtmişlerdir.

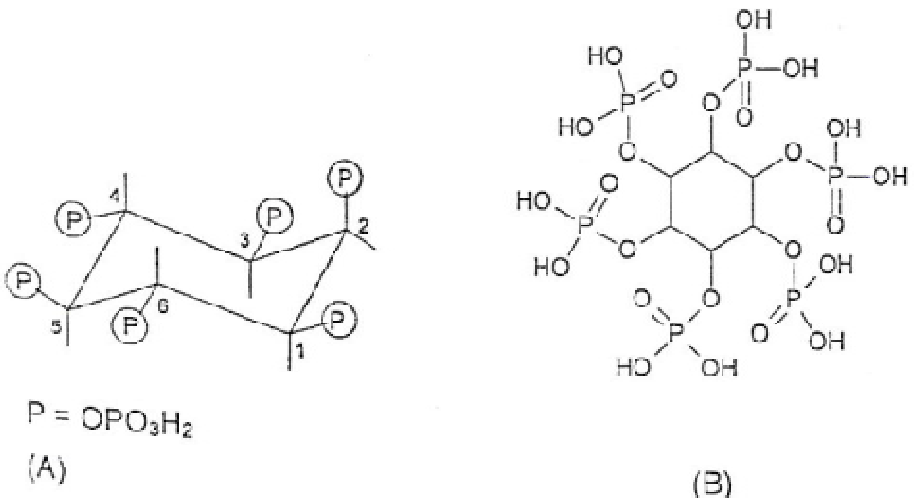
Xu ve ark.(2005), yaptığı bir çalışmada siyah susam tohumlarının süperkritik CO_2 ekstraktının, n-hekzan ekstraktının ve kahverengi pigmentinin antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Sonuçlara göre siyah susam tohumları mükemmel bir antioksidan aktivitesine sahiptir.

Chang ve ark.(2002), susam tohumlarının ethanollü ekstraksiyonunun (EESC) antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Bulunana sonuçlara göre EESC, metal bağlama yeteneği, serbest radikal reaksiyonu ve reaktif oksijeni söndürmesinden dolayı antioksidan olarak önerilmektedir.

Nishant ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada hiperkolestroemik ve oksidatif stres koşulları altındaki erkek albino sıçanlarda besin takviyesi olarak susam tozunun verilmesinin etkileri incelenmiştir. Susam tozu % 5- 10 düzeyinde normal veya hiperkolestroemik diyetle dört haftalık bir düzeyde uygulanmıştır. Hiperkolestroemik diyetle uygulandığında plazmadaki hepatik toplam limit, kolestrol ve LDL kolesterol seviyelerinde azalma gözlenirken HDL kolesterol seviyesinde artış gözlenmiştir. Ayrıca susam tohumlarıyla beslenme lipid peroksidasiyonun azalmasını sağlayarak hepatik antioksidan durumunu geliştirmiştir. Normal kolestroemik sıçanlarda susam tohumu tozunun diyete ilavesi lipid ve antioksidan düzeyinde değişiklik yapmamıştır.

Hahm ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada susam tohumlarının çimlenme öncesi, sonrası ve çimlenme boyunca kimyasal bileşimini ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Susam tohumları bu çalışmada %100 bağıl nemli 35°C karanlık odalarda 4 gün boyunca çimlendirilmişlerdir. Bu süre sonunda tohumların yağ oranında fark edilebilir bir azalma gözlenmiştir. Ayrıca çimlenmeden önce linoleik asit içeriği %0.38 (w/w) 'den %0.81 (w/w)' e, P içeriği 4.45 mg/ 100 g' dan 4.72 mg/100 g'a, Na içeriği 7.6 mg / 100 gr'dan 8.4 mg /100 g'a yükselmiştir. Çimlenmiş susam tohumları sesamol için mükemmel bir kaynak olup doğal bir antioksidandır ve α-tokoferole (32 mg/ 100 g) ve Vitamin E'nin en aktif formuna sahiptir.

Susam gibi çoğu tahıl ve baklagil tohumlarının olgunlaşması sırasında önemli bir miktarda fitik asit (myo-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakis dihidrojen fosfat) birikmektedir (Honke ve ark. 1998) ve bu tohumların yan ürünlerinde %1-2 oranında fitik asit bulunmaktadır (Reddy ve ark. 1982). Fitik asit; tahıllar, baklagiller ve yağlı tohumlarda fosforun ana depo formudur. Kimyasal olarak tam tarifi myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hekza-dihidrojen fosfattır (IUPAC-IUB 1977). Moleküler formülü ise $C_6H_{18}O_{24}P_6$'dır. Fitik asitin tuzları fitat olarak tanımlanır. Fitat, fitik asitin potasyum-magnezyum ve kalsiyum tuzlarının karışımıdır (Vohra ve Satyanarayana, 2003).



Şekil 2.1. a. Fitik asitin sandalye konformasyonu, b. Fitik asitin açık yapısı(Çay,2008)

Fitik asit tuzları olarak tanımlanan fitatlar, bitki tohumları ve danelerde fosfat ve inositolün başlıca depo formudur. Fitat bitki tohumlarının olgunlaşması sırasında oluşur ve olgun tohumlarda toplam fosfatın %60-90'nını oluşturur (Loewus 2002). Fitat bu nedenle bitkisel kökenli gıdaların başlıca bileşenidir. Bazı bitkisel kökenli gıdalardaki kuru maddedeki fitat miktarı Çizelge 2.2' de verilmiştir. Diyetlerdeki bitki kökenli gıdaların miktarına ve gıdaların işlenme derecelerine bağlı olarak günlük fitat tüketimi en fazla 4500 mg'a kadar yükselmelidir. Ortalama olarak vejetaryen diyetlerinde ve gelişmekte olan ülkelerde kırsal kesimlerde günlük fitat tüketimi yaklaşık 2000-2600 mg olup bu değer karışık diyetlerde 150-1400 mg'dır (Reddy 2002).

Diyetlerde fitatın varlığı ile ilgilenilmesinin nedeni mineral alımındaki olumsuz etkisidir. Bu mineraller çinko, demir, kalsiyum, magnezyum, manganez ve bakırdır (Konietzny ve Greiner 2003, Lopez ve ark. 2002). Fizyolojik pH değerlerinde çözünmez mineral-fitat komplekslerinin oluşumu düşük mineral emiliminin temel nedeni olarak bildirilmektedir. Çünkü bu kompleksler aslında insan sindirim sisteminde absorbe olmamaktadır. Ayrıca sindirim sisteminin üst kısmında sınırlı miktarda mikrobiyal popülasyonun olması ve içsel fitatı hidrolize edici enzimlerin olmaması nedenleri ile ince bağırsakta fitat çok sınırlı miktarda hidroliz olabilmektedir (Iqbal ve ark. 1994).

Fitat, asidik ve alkali pH'da proteinlerle kompleks oluşturmaktadır. Bu interaksiyon proteinin yapısında değişiklikler meydana getirmekte ve bunun sonucunda enzimatik aktivitede, proteinin çözünürlüğünde ve proteolitik parçalanmada azalmalar meydana gelebilmektedir (Cheryan, 1980).

Ancak, fitik asit alımının insanlar için olumlu sağlık etkileri sağladığı da görülmektedir (Konietzny ve Greiner, 2003). Fitik asitin; antioksidan (Graf ve ark., 1990), anti kanserojen (Shamsuddin, Vucenik ve Cole, 1997) ve hipoglisemik veya hipolipidemik gibi davrandığı bildirilmiştir (Rickard ve Thompson, 1997). Çeşitli hayvansal ve epidemiyolojik çalışmalar fitik asitin kalp hastalığını ve böbrek taşını azaltma ve kolon kanseri oluşumunu engelleme gibi yararlı etkilerini göstermektedir (Fox ve Eberl, 2002).

Çizelge 2.2. Bazı bitkisel kökenli gıdalardaki kuru madde üzerinden fitat miktarı (Greiner ve Konietzny, 2006)

Gıda	Fitat(mg/g)
Karma unlu ekmek(%70 buğday. %30 çavdar)	0.4-1.1
Karma unlu ekmek(%70 çavdar. %30 buğday)	0-0.4
Buğday ekmeği	3.2-7.3
Mayasız buğday ekmeği	10.6-3.2
Çavdar ekmeği	4.3-8.2
Mayasız çavdar ekmeği	123-19.3
Yulaf ekmeği	7.3-2.1
Mısır	9.8-21.3
Pirinç(kabuksuz. pişmiş)	1.2-3.7
Pirinç(kabuklu. pişmiş)	12.7-21.6
Sorgum	5.9-11.8
Nohut(pişmiş)	2.9-11.7
Börülce(pişmiş)	3.9-13.2
Soya fasulyesi	9.2-16.7
Mercimek(pişmiş)	2.1-10.1
Yeşil Fasulye(pişmiş)	1.8-11.5
Yerfıstığı	9.2-19.7

Mısır, buğday ve pirinç gibi tahıllarda fitik asit 1.5-6.4% arasında bulunmaktadır. Soya, fıstık ve susam gibi yağı alınmış ve kabuğu uzaklaştırılmış yağlı tohumlarda % 1.5 'i veya daha fazla fitik asit içermektedir (Grases ve ark., 2004).

Thavarajah ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada uzun süreli sıcaklıklarda yetişen mercimek tohumunun fitik asit, Fe ve Zn konsantrasyonlarını belirlemiştir. Çalışmada 11 çeşit mercimek tohumu kullanılmıştır. Mercimeklerdeki fitik asit ve Zn konsantrasyonları yükselen sıcaklık rejiminde azalan sıcaklık rejimlerine göre daha yüksektir. Fe konsantrasyonları ise değişim göstermemektedir. Ayrıca ılıman geçirilen yazlar düşük fitik asit içerikli tohum üretiminde önemlidir.

Ahn ve ark. (2004)'ı yaptıkları bir çalışmada ışınlanmış fitik asitin antioksidan aktivitesini değerlendirmek için askorbik asit, tokoferol ve BHA gibi yaygın olarak kullanılan antioksidanlarla karşılaştırmalı bir çalışma yapmışlardır. Fitik asit 0. 10 ve 20 kGy ışınlanmıştır. Işınlanmadan sonra radyolitik bozulmada, antiradikal ve antioksidan aktivitesinde artış gözlenmiştir. Fitik asit 20 kGy' de ışınlandığında, askorbik asite göre

belirgin derecede yüksek DPPH bağlayıcı kapasite göstermiştir. Ayrıca fitik asitin FRAP (Ferric reducing/ antioxidant power) değeri ışınlama ile artmıştır. Ancak fitik asit; askorbik asite, tokoferole ve BHA'a göre daha düşük antioksidan değerine sahiptir.

Lehrfeld (1989), yaptığı bir çalışmada fitik asit içeren 60 adet buğday kepeği örneğini incelemiştir. Ultrasonik radyasyonla her örnek için ekstraksiyon süresi 1-3 dakika azalmıştır. Ekstraksiyonun konsantrasyonu ticari olarak temin edilen silikabazlı anyon değişim kolonu kullanılarak basitleştirilmiştir.

Saad ve ark. (2011)'ı, fitik asitin sağlık üzerinde etkileri araştırılan biyoaktif bileşenlerden biri olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları araştırma sonucunda, fitik asitin üretiminde; pH 0.6 'da % 5 'lik H_2SO_4'le 30 dak ekstraksiyon süresinin en uygun koşul olduğunu bildirmişlerdir.

Park ve ark.(2006) yaptıkları bir çalışmada bebek mamalarındaki fitik asit tayinin analitik yöntemlerle değerlendirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada önerilen yöntemi ticari olarak temin edilen sulu ve toz mamalarda fitik asit içeriğini belirlemede kullanmışlardır. Spektrofotometrik ve kromotografik yöntemler karşılaştırıldığında spektrofotometrik yöntem daha yüksek fitik asit düzeyi göstermiştir. Bebek mamalarında GC-FID ve HPLC-RI metotları zayıf olarak tanımlanırken, AOAC metodu tam bir geri kazanım sağlamıştır. AOAC metoduyla toz bebek mamalarında fitik asit miktarı 363mg/100 gr iken macun kıvamındaki mamalarda 46,3mg/100mg'dır. Öğün başına alınan fitik asit miktarı göz önüne alındığında bu miktarların yüksek olduğunu ve fitik asit probleminin bebek mamalarında göz önünde alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli bir rol oynayan susam yemeklik yağ, baharat olarak kullanılan sağlıklı bir gıda olarak kabul edilmektedir. Kavrulmuş susamın birçok kullanım şekli vardır. Ekmek, büskivi, kraker, kek ve diğer birçok pişmiş gıdanın üzerinde kullanılmaktadır. (Sato ve ark., 1995).

Bozkurt (2006)'un yaptığı bir çalışmada Türkiye'de yetişen başlıca susam çeşitlerinden elde edilen yağlarda ve tahin imalatında kullanılan susam tohumlarından elde edilen yağlarda antioksidan özellik gösteren sesamol ve tokoferoller nicel olarak belirlenmiştir, sesamin ve sesamolin ise nitel olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada susam tohumlarından soğuk ekstraksiyon yöntemi ile yağ elde edilmiş ve yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ile antioksidan özellikteki bileşenler nitel ve nicel olarak belirlenmiştir.

Tahin sevilerek tüketilen salata, meze ve unlu mamullerde kullanıldığı gibi ülkemizde pekmez veya balla karıştırılarak tatlı olarak da yenilmektedir. Ancak en büyük kullanım alanı tahin helvası üretimidir (Yurdagel ve Baysal, 1996).

El-Adawy ve Mansuor (2000) tahinin duyusal, fizikokimyasal özellikleri ve besin değeri üzerine kavurma sıcaklıklarının etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar, iyi kalitede bir tahinin, 130^{o}C'de 1 saat sıcak havaya tabi tutularak kavrulmuş kabuksuz susam tohumlarından üretilebileceğini (sıcak havayla kavrulmuş tahin) göstermiştir. Sıcak havayla kavrulmuş tahinin, magnezyum, potasyum, çinko, demir, niasin ve esansiyel amino asitleri ve özellikle de kükürtlü amino asitleri yüksek seviyelerde içerdiğini belirtmiştir.

Özcan (1993), çalışmasında değişik coğrafi bölgelerde yetiştirilmiş 16 susam tohumu ve farklı işletmelerden sağlanmış 11 tahin örneğinin fiziksel, kimyasal özellikleri ile yağ asitleri bileşimini incelemiştir. Susam tohumlarında, % 3.16-4.67 su, % 3.67-5.39 kül, % 52.0-61.0 ham protein ve % 2.90-5.40 ham selüloz bulunduğunu ve bin tane ağırlığının 2.17-4.11 g arasında olduğunu belirtirken, tahin örneklerinin, % 0.39-1.47 su, % 2.60-3.70 kül, % 17.88-24.27 ham protein, % 46.9-58.70 ham yağ, % 3.25-4.70 ham selüloz ve % 0.22-0.69 tuz içerdiğini bildirmiştir. Susam ve tahin yağlarının yağ asitleri bileşimleri gaz kromatografisiyle belirlenmiştir. Susam yağının 9.10-11.38 palmitik, % iz-0.15 stearik, %31.61-57.19 oleik, % 30.79-57.33 linoleik, % 0.30-0.79 linolenik ve % iz-2.62 araşidik asit içerdiği saptanmıştır. Tahin yağının ise % 9.55-10.32 palmitik, % iz stearik, %37.42-45.04 oleik, % 43.25-52.34 linoleik, % 0.34-1.93 linolenik ve % iz-0.82 arasidik asit içerdiği belirlenmiştir. Ayrıca, tahin yağının susam yağına göre daha düşük nispi yoğunluk, serbest yağ asitleri ve peroksit sayısına, daha yüksek kırılma indisi ve sabunlaşmayan maddeye sahip olduğu bildirilmiştir.

Tahin yüksek bir besin değerine sahip olup lipid (50-65 %), protein (23-27 ağırlıkça %), karbonhidrat (6,4-9 ağırlıkça%), diyet lifi (9.3 %) , niasin (4.5 mg/100 g) ve tiamin (1.08 mg/100 g) ve (100 mg/100 g), demir (9 mg/100 g) ve fosfor (807-840 mg / 100 g) gibi bazı mineralleri içermektedir. (Abu-Jdayil ve ark. 2002, Alpaslan ve Hayta 2002, Arslan ve ark., 2005).

Akbulut(2008), yaptığı bir çalışmada genellikle tahin üretimi için kabukları soyulmuş susam kullanıldığını bildirmektedir. Fakat Türkiye'nin Bozkır ilçesinde 'Bozkır Tahini' olarak adlandırılan kabuklu susamdan üretilen tahin çeşidi bulunduğunu belirtmiştir. Bozkır Tahini'nn, üretimde kabuklu susam kullanıldığından dolayı kabuksuz susamla üretilmiş tahine göre renk, yağ ve protein içeriği bakımından farklı

olduğunu bildirmiştir. Türkiye'de modern ve otomatik üretim hattıyla donatılmış 100 civarında tahin üretimi yapan fabrika bulunduğu hakkında bilgi vermiştir.

Susamdan elde edilen tahinde %54 yağ, %28 protein bulunmaktadır. Bu nedenle tahin en az süt ve et kadar kıymetli bir gıda sayılmaktadır (Feigenbaum, 1965).

Bir araştırmada, tahin helvası üretiminde kullanılan asıl ve yardımcı maddelerle ilgili olarak, tahin ve susam yağının özellikleri ve yağ asitleri bileşimi hakkında bilgi verilmiştir (Uluöz ve ark., 1975, Anonymous, 1998).

Susam kavurma tahin üretimi için çeşitli şekillerde gerçekleşebilmektedir. Sawaya ve ark. (1985) yaptıkları bir çalışmada susam tohumlarını 90 – 100 °C'de elektrikle ısıtılan tünelde birkaç dakika kavurarak tahin üretimini gerçekleştirmişlerdir. El-Adawy Mansour (2000) buharla kavurma, vakumla kavurma, sıcak plaka ile kavurma ve sıcak hava ile kavurmanın tahinin özelliklerine olan etkilerini araştırmışlardır ve 130 °C'de sıcak hava ile 1 saat kavurmanın en uygun yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Yine Özcan ve Akgül(1994) yaptıkları bir çalışmada tahin üretiminde susam tohumlarının 100- 150 °C'de 2.5- 3 saat kavrulması gerektiğini bildirmişlerdir.

Tahin üretiminde susamın kavrulması fiziksel, kimyasal, yapısal ve duyusal değişikliklere neden olduğu için en önemli adımdır. Susamın kavrulması genel lezzeti arttıran doku değişiklilerine ve renk değişikliklerine yol açmaktadır. Tahin üretimindeki en büyük sorun tahinin rengini, kıvamını, emülsiyon stabilitesini ve doku özelliklerini ayarlamaktır (Akbulut ve Çoklar, 2007).

Elleuch ve ark. (2007), helva üretimi için tahinin hazırlanması süresince kabuk soyma ve kavurma proseslerinden sonra farklı yan ürün olarak elde edilen SC1 (kabuğu soyulmuş susam), SC2 (kavrulmuş susam) ve ham susam tohumunun (RS) kimyasal kompozisyonlarını, yağ fraksiyonlarının fizikokimyasal özellikleriyle birlikte incelemişlerdir. RS, SC1 ve SC2'nin, düşük miktarlarda protein ve yağ içerdikleri ve oldukça yüksek miktarda polifenol, diyetsel lif ve kül belirlenmiştir. Ayrıca, SC1 ve SC2'deki yağın, RS yağından daha yüksek miktarda serbest yağ asitleri, klorofil, polifenol ve sesamol içeriğine sahip olduğu görülmüştür. SC2 yağı, daha kuvvetli renk, UV-a, UV-b ve UV-c alanlarında daha çok absorbans ve önemli derecede yüksek viskozite göstermiştir. Refraktif indeks, iyot değeri ve yağ asitleri kompozisyonu açısından istatiksel fark gözlenmemiştir. SC2'de esansiyel olarak oleik ve linoleik asitler baskındır. Yağın oksidatif stabilitesi, ransimat cihazıyla 60 gün 65^{o}C'de test edilmiştir. RS yağı uzun periyod süresince ısıl isleme SC1 ve SC2 yağından daha çok

direnç gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, yağ fraksiyonu bakımından yan ürünlerin ham susam tohumuna oranla daha yüksek miktarlarda serbest yağ asitleri, klorofil, polifenol, sesamol, pigment varlığı ve daha az oksidatif stabilite gösterdiği belirlenmiştir.

Kahyaoğlu ve Kaya (2006) yaptığı bir araştırmada susam tohumları 120, 150, 180 °C'de 120 dakika geleneksel yöntem kullanılarak kavrulmuştur. Susam tohumlarının renk değerlerinde, su içeriğinde ve tekstürel özelliklerinde (sertlik ve kırılganlık) meydana gelen değişiklikler geleneksel kavurmanın polinom, kinetik ve üstsel modelleri kullanılarak simüle edilmiştir. Sonuç olarak tahinin yapısal analizinin tanımlanması için farklı matematiksel modeller kullanılmıştır. Denge değerine sahip birinci mertebe gerilim azalma modeli, en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Akbulut (2008)'un yaptığı bir çalışmada kabuklu ve kabuksuz susamdan yapılan tahinlerin ve bunların karışımlarımdaki 13 mineralin yoğunluğu ICP-OES ile belirlenmiştir. Tüm örnekler yüksek miktarda Ca, K, Fe, Mg, Na, P ve Zn minerallerini içermektedir. Sonuç olarak tahinde kabuklu susam içeriğinin artmasıyla Al, Ca, B, Cu, Fe, K, Mn, Mo, Na, Ni, P ve Zn minerallerinin içeriği artarken Mg içeriği ise azalmaktadır.

Güneşer ve Zorba (2011), yaptıkları bir çalışmada Türk ve AB Kodeksinde tahin helvası için emülgatör olarak izin verilen gıda katkı maddelerini kullanarak tahin helvasında meydana gelen yağ ayrımı sorununu çözmeye çalışmışlardır. Emülgatör olarak Sorbitan tristearate, Sorbitan monopalmitat ve bunların kombinasyonları (1:1) kullanılmıştır. Emülgatörler helvanın yağ içeriği dışında helvanın diğer fiziksel, kimyasal, duysal özelliklerine ve depolama süresine etkisinin önemli olmadığını görmüşlerdir. Sonuç olarak; helvanın duysal özellikleri, tekstürü ve lezzeti depolama sürecince önemli ölçüde azalmıştır.

Akbulut ve ark.(2012), yaptıkları bir araştırmada kabuksuz susamın kavrulmasıyla elde edilen tahinin ve kabuklu susamın kavrulmasıyla elde edilen Bozkır tahini olarak adlandırılan tahinin çam balı ile %3, 6, 9 'luk karışımlarının 0.5-100 rpm değişen hızlarda 10- 60 °C sıcaklıklar arasında özelliklerini incelemişlerdir. Tahin ve Bozkır tahinin çam ballı karışımları tüm sıcaklıklarda Newtonyen olmayan psödoplastik özellik göstermiştir. Akış davranışı indeksi (n), tahin- çam balı karışımı için 0.4226-0.6228, Bozkır tahin bal karışımı için ise 0.4661 -0.7266 arasında bulunmuştur. Yoğunluk indeksi(k), tahin bal karışımlarında bal seviyesinin artmasıyla birlikte artmıştır. Emilsiyon stabilitesi her iki tahin tipinde de çam balı ilavesiyle geliştirilmiştir.

Ayrıca Arhenius sabiti, balın yayılma ve sertlik gibi bazı duysal özellikleri ve C, h gibi renk parametreleri aktivasyon enerjisi (Ea) ile korelasyon içerisindedir. Yoğunluk indeksinin sıcaklık hassasiyeti Arhenius tip denklem uygulanarak değerlendirilmiştir. Ea değeri tahin-bal karışımı için 7.61-10.05 kJ/mol, Bozkır tahini-bal karışımları için 9.02 -10.50 kJ/mol aralında değişmektedir.

Lee ve ark.(2010) yaptıkları bir çalışmada susam tohumlarını sırasıyla 213, 230, 247 °C'de 14, 21, 28 dakika kavrularak hazırlanan susam yağlarının 180 °C'de oksidatif stabiletisindeki, CDA, DPPH, headspace oksijen değerleri ile birlikte sesamol ve sesamolin profilindeki değişimleri incelemişlerdir. Susam tohumları daha uzun ve daha yüksek sıcaklıklarda kavrulduğunda susam yağında daha çok sesamol bulunmaktadır. CDA ve headspace oksijen sonuçlarına bakıldığında ise susam en yüksek oksidatif stabiliteyi 247 °C'de 28 dakika kavrulduğunda göstermektedir. Sonuçlara bakıldığında susam yağının yüksek oksidatif stabilitesi sesamolinin ilk antioksidan içeriğinden ziyade sesamolinin bozulumuyla elde edilen sesamolden kaynaklanabilmektedir.

El-Adawy ve Mansour (2000), yaptıkları bir çalışma da kabukları soyulmuş susam tohumları farklı ısıl işlemlerle kavrulmuştur. Kavurmanın üretilen tahinin besin değerine, fizikokimyasal özelliklerine ve duysal özelliklerine olan etkisi incelenmiştir.

Bir diğer araştırma da, tahin helvası üretiminde kullanılan asıl ve yardımcı maddelerle ilgili olarak, tahin ve susam yağının özellikleri ve yağ asitleri bilesimi hakkında bilgi verilmiştir (Uluöz ve ark., 1975, Anonymous, 1998).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada hammadde olarak Antalya-Manavgat'ta yetiştirilmiş susam örnekleri kullanılmıştır. Kavurma öncesinde 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 yıkanmıştır ve tuz uzaklaştırılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Kavurma işlemi

Kavurma ve öğütme işlemleri Turgutlar Tahin Sanayi'nin Bozkır'da bulunan üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Kavurma işlemi susamların kolay öğütülmesi ve tahinin kendisine has kokusunun oluşması için çift cidarlı kazanlarda indirekt yöntemle ısıtılarak yapılmıştır. Kavurma işlemi 100^{o}C civarında 175 dakika da 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.

3.2.2. Analiz metotları

3.2.2.1. Yağsız susam unu eldesi

Yapılacak analizlerde yağı giderilmiş susam unu kullanılacağı için susamın yağı uzaklaştırılmıştır. Bu amaçla susamdan susam yağı çözücü ekstraksiyonu yoluyla uzaklaştırılmıştır. Susam örneklerinden 10 g örnek tartılmıştır ve selüloz kâğıttan yapılmış soksalet kartuşlarına yerleştirilmiştir ve hafif petrol eteri ile 40-60 °C'de soksalet cihazında yaklaşık 8 saat bekletilerek ekstrakte edilmiştir (Nzioku ve ark.,2010).

3.2.2.2. Antioksidan aktivite (DPPH) analizi

Antioksidan değeri, DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin susam ekstraktındaki antioksidan etkili bileşiklerce indirgenmesi sonucunda 515 nm dalga boyundaki absorbans farkı sayesinde belirlenmiştir. Susam ekstraksiyonu için; 10 gr yağsız susam unu tartılarak 40 ml metanolde homojenize edilmiş ve santrifüjden geçirilerek süpernatant kısmı antioksidan analizinde kullanılmıştır. Antioksidan analizi için; 5 mM'lık DPPH çözeltisinden 3,9 ml çözelti alınarak 0,1 ml susam ekstraklarının üzerine ilave edilmiştir. 30 dakika sonra 515 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar; troloks eşdeğeri olarak antioksidan kapasitesi şeklinde verilmiştir (Akbulut ve ark., 2008).

3.2.2.3. Mineral madde tayini

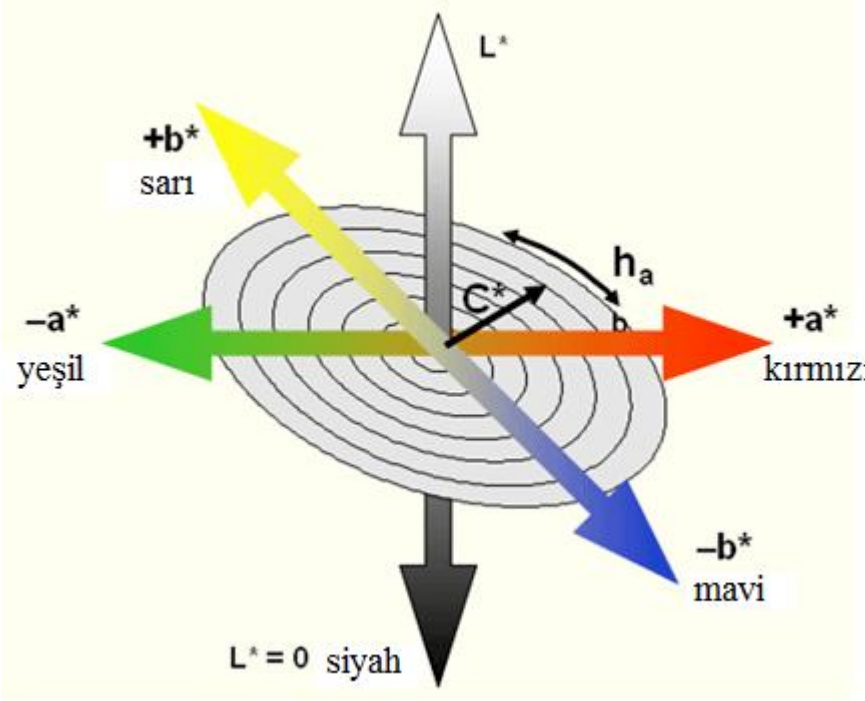
Mineral madde tayininde, yağsız susam unu örneklerinden 0.2 g tartılmıştır. Üzerine 10 ml % 65'lik nitrik asit ilave edilerek MARS 5 mikrodalga fırın da 1600 Watt 200 ^{o}C de yakılmıştır ve suyla belirli hacme kadar seyreltildikten sonra, ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer) spektrofotometresi (Varian Vista Model; Australia) ile belirlenmiştir. (Akbulut ve ark., 2009).

ICP-AES'in çalışma şartları:

Cihaz	: ICP-AES (Varian-Vista)
RF Güç	: 07-1.5 kw (1.2-1.3 kw Axial)
Plazma gaz akış oranı (Ar)	: 10.5-15 L/d (radyal)
	: 15 L/d (Axial)
Auxiliary gaz akış oranı (Ar)	: 1.5 L/d
Algılama yüksekliği	: 5-12 mm
Kopya etme ve okuma süresi	: 1-5 s (maksimum 60 s)
Kopya etme	: 3 s (maksimum 100 s)

3.2.2.4. Renk analizi

Renk analizinde *L**, *a**, *b** h (hue angle) ve C (Chroma) değerleri Konika Minolta CM-5 model kolorimetre ile ölçülmüştür. Şekil 3.1.'de verilen 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) ifade eder (Akbulut ve Çoklar; 2008).



Şekil 3.1. CIELAB renk skalası

3.2.2.5. Fitik asit analizi

Fitik asit tayininde yağsız susam unu örnekleri kullanılmıştır. 0.3 gr yağsız susam unu örnekleri balon jojelere tartılmıştır. Üzerine 0.2 N HCl çözeltisinden 50 ml ilave edilmiştir. 40 ^{o}C' de 150 dakika su banyosunda çalkalanmıştır. Örnekler çıkarılıp tüplere 0.5 ml örnek 1 ml asidik FeIII çözeltisi ilave edilmiştir ve 30 dakika kaynayan su banyosunda bekletilmiştir.. Sonunda 15 dakika buz banyosunda bekletilmiştir.

Tüplere 2 ml 2.2 -bipiridin ilave edilerek 45 saniye sonra 519 nm dalgaboyunda spektrofotometrede ölçülmüştür. (Tangkongchitr ve ark., 1981a; Haug ve Lantzsch, 1983).

3.2.2.6. Reaksiyon hız sabitlerinin ve yarılanma süresinin hesaplanması

Kavurma süresince kinetik değişimi araştırılan değişken fitik asit miktarına ait veriler kavurma süresine karşı grafiğe aktarılarak doğrusallığı araştırılmıştır. Verilere 0., 1. ve 2. Derece reaksiyon kinetik modeller uygulanarak doğrulama katsayısı en yüksek olan model seçilmeye çalışılmıştır. Bu duruma göre fitik asit miktarındaki değişimin kavurma süresine bağlı olarak değişimi doğrulama katsayısı (r^2) en yüksek model olan 1. Derece kinetik modele uygun olarak geliştiği belirlenmiştir. Birinci derece kinetik model uygulanarak elde edilen eğrinin eğimi ise birinci dereceden reaksiyonların hız sabitini vermektedir.

Birinci derece reaksiyon denklemi:

$$lnC = -kt + lnC_0$$

$$k = \text{egim}$$

Birinci derece reaksiyonların yarılanma ömrü denklemi:

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$$

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Antioksidan Kapasite (DPPH) Sonuçları

Farklı sıcaklıklarda kavurma işlemi uygulanmış susamların antioksidan kapasite (DPPH) değerlerine ait Varyans Analiz sonuçları Çizelge 4.1 'de gösterilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında kavurma işleminin istatistiki bakımdan önemli (P<0,01) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın antioksidan kapasite (DPPH) sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D	µmol troloks eşdeğeri/g		
		K.O	F	P
Kavurma Süresi (A)	10	0.88809	113.80*	0.000
Hata	22	0.00780		

***** *P*<0.01 seviyesinde önemli;

Farklı sıcaklıkta kavurma işlemi uygulamasının susamların antioksidan kapasitesi (DPPH) değerlerine ait veriler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.2' ye bakıldığında 80.dakikaya kadar olan kavurma süresinde antioksidan kapasitesinde (DPPH) değişiklik gözlenmemiştir, fakat kavurma süresi 175.dakikaya kadar çıktığında antioksidan kapasitesi (DPPH) 0.dakikaya göre azalma göstermiş ve bu azalma istatistiki olarak önemli (P<0.01) bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın antioksidan kapasite (DPPH) sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları

Kavurma Süresi (dak)	N	µmol troloks eşdeğeri/g
0	3	2.4399 ± 0.0285^{c}
20	3	2.7966 ± 0.0275^{a}
40	3	2.3919 ± 0.0487^{c}
60	3	2.4577 ± 0.1960^{bc}
80	3	2.6241 ± 0.0000^{ab}
100	3	1.9837 ± 0.0857^{d}
120	3	1.9502 ± 0.0512^{d}
135	3	1.4345 ± 0.0771^{e}
150	3	1.5104 ± 0.0296^{e}
165	3	1.3594 ± 0.1345^{e}
175	3	1.3556 ± 0.0935^{e}

*Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.
**Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

DPPH bakımından en düşük değer metanol ekstraksiyonunda 1.3556 ± 0.0935 μmol Trolox eşdeğeri/ kavurma sonrasında 175.dakikadaki örnekte elde edilmiştir.

Kavurma öncesinde susama uygulanan ön işlemler (özelikle kabuk soyma işlemi) birincil oksidasyon ürünlerini etkilemektedir. (Elleuch, 2007). Yoshida ve Takagi (1997) susam tohumlarının kavurma sıcaklığı 180 °C ve üzerinde olduğunda sesamolün potansiyel bir antioksidan olduğunu rapor etmişlerdir. Jeong ve Kim (2004),susam tohumlarına kavurma koşullarını etkisini incelemişlerdir. Susam tohumlarının antioksidan aktivitesinin ve toplam fenolik içeriğinin 200 °C'de 60 dakika kavrulduğunda önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir.

Brand ve ark. (2002) ise susam kabuğunun çeşitli in vitro sistemlerde yüksek seviyede fenolik bileşikler içerdiği için önemli bir antioksidan aktivitesinin olduğunu bildirmişlerdir.

Fenolik bileşikler bitkiler aleminde yaygındır ve bu bileşikler kararlı radikal ara ürünler oluşturmak için bir hidrojen atomunu veya bir elektron bağışlayarak önemli bir antioksidan aktivite göstermektedirler. Bu nedenle, çeşitli biyolojik moleküllerin oksidasyonunu önlemektedirler (Cuvelier ve ark,1992). Çeşitli yağlı tohumlar ve yan ürünleri, güvenilir doğal antioksidanlar kaynakları için araştırılmıştır (Wettasinghe ve ark, 2002). Fenolik bileşiklerin konsatrasyonu tahıl tanelerinin endosperm tabakasında düşükken, kabuğu, perikarp, testa ve aleuron hücreleri gibi dış kısımlarında yüksektir (Kahkonen ve ark., 1999). Yine beyaz ve siyah susam tohumlarında kabuklar tohuma kıyasla daha yüksek fenolik bileşikler içermektedir (Cumby ve ark., 2008).

4.2. Mineral Madde Sonuçları

Farklı kavurma süreleri uygulanmış susamların mineral madde miktarı değerlerine ait Varyans Analiz Sonuçları Çizelge 4.3 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında; kavurmanın (Na hariç) istatistiki bakımdan önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Farklı kavurma süreleri uygulanmış susamların toplam mineral madde miktarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına ait veriler Çizelge 4.4' de ve 4.5'de verilmiştir. Çizelge 4.4 ve 4.5'e göre, Kavurma işlemi ile Mo, Ca, B, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Na, Ni, P, S, Zn ve K azalma göstermiş ve istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın bazı mineraller (Al, Mo, Ca, B, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, S ve Zn)'ine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Mineraller (mg/kg)									
		Al		Mo		Ca		B		Cr	
	S.D	K.O	F	K.O	F	K.O	F				
Kavurma Süresi	10	716.92	81.8*	0.13743	7.93*	490408017	272.56*	48.512	56.2*	12.456	46.22*
Hata	11	8.76		0.01732		1799290		0.863		0.269	

***** *P*<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.3. (Devamı)

Varyasyon Kaynağı		Mineraller (mg/kg)									
		Cu		Fe		K		Mg		Mn	
	S.D	K.O	F	K.O	F	K.O	F				
Kavurma Süresi	10	24.439	14.37*	362036	6.41*	136197	6.67*	2939456	123.29*	413.2	76.18*
Hata	11	1.701		56500		20429		23842		5.42	

***** *P*<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.3. (Devamı)

Varyasyon Kaynağı		Mineraller (mg/kg)									
		Na		Ni		P		S		Zn	
	S.D	K.O	F	K.O	F	K.O	F				
Kavurma Süresi	10	365.8	1.77	2.8946	43.59*	9859199	37.68*	2565703	129.38*	1114.7	99.91*
Hata	11	206.6		0.0664		261623		19831		11.2	

***** *P*<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.4. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın Al, Mo, Ca, B, Cr, Cu, Fe ve K, minerallerine ait ortalama değerler

Kavurma Süresi (dak)	N	Mineraller (mg/kg)**							
		Al	**Mo**	**Ca**	**B**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**K**
0	**2**	45.72±0.97	1.382±0.123	35078±267	24.36±0.03	3.87±0.93	39.49±0.22	1285.0±511.0	9319±142
20	**2**	35.77±8.29	1.582±0.114	35981±1277	24.14±0.31	3.58±0.00	36.86±1.11	1425.4±21.1	9397±21
40	**2**	46.51±1.71	1.514±0.076	43064±2649	23.57±0.87	4.63±0.63	35.11±0.45	1418.9±41.6	9289±299
60	**2**	29.70±2.85	1.415±0.116	42334±361	24.13±0.48	3.78±0.57	33.62±0.91	1195.0±474.0	9397±71
80	**2**	30.32±1.50	1.381±0.138	45161±321	24.31±0.62	8.07±0.82	30.94±0.59	1322.0±227.0	9338±175
100	**2**	29.94±1.27	1.325±0.066	39334±2294	24.15±1.16	7.85±0.76	31.64±2.19	1199.0±181.0	9352±123
120	**2**	11.06±3.44	1.349±0.030	35242±1299	23.04±0.65	3.44±0.16	34.38±1.55	960.9±83.6	8915±120
135	**2**	te*	1.062±0.252	15736±1722	19.05±2.44	2.00±0.30	34.24±1.91	646.0±163.0	8592±2
150	**2**	te	1.013±0.052	11985±919	15.06±0.47	1.38±0.09	31.56±1.62	428.3±85.5	9121±221
165	**2**	te	0.903±0.191	11920±74	13.21±1.43	1.43±0.04	30.66±1.17	603.2±57.6	9444±22
175	**2**	te	0.783±0.127	10394±274	11.96±0.30	0.29±0.02	26.40±1.12	233.4±71.9	9384±34

*Te: tespit edilemedi.

**Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın Mg, Mn, Na, Ni, P, S ve Zn minerallerine ait ortalama değerler

Kavurma Süresi (dak)	N	Mineraller (mg/kg)*						
		Mg	Mn	Na	Ni	P	S	Zn
0	**2**	4776±184	46.86±1.37	158.2±10.9	4.38±0.31	10614±1033	5508±96	109.4±2.5
20	**2**	4511±26	44.29±0.45	146.9±0.8	4.07±0.29	10572±258	5448±71	106.5±1.9
40	**2**	4586±55	55.67±2.02	175.4±5.2	4.63±0.31	8992±67	4937±174	96.2±2.5
60	**2**	4142±79	43.47±0.73	146.2±17.5	3.98±0.21	8249±808	4763±106	92.4±1.9
80	**2**	4079±34	55.10±1.51	180.0±24.8	3.92±0.12	7112±296	4075±1	77.8±0.5
100	**2**	3821±336	50.65±6.51	168.5±25.0	3.53±0.38	7343±388	4114±225	79.6±4.9
120	**2**	3430±200	44.58±0.42	174.8±14.4	3.58±0.19	6651±534	4155±192	79.2±3.4
135	**2**	2705±221	27.15±1.96	165.4±0.8	2.61±0.26	6289±662	3474±214	66.6±7.3
150	**2**	1916±102	22.95±1.76	150.0±17.1	1.84±0.02	4455±315	2631±160	47.8±3.5
165	**2**	1665±63	21.89±1.05	144.6±4.9	1.80±0.34	4294±105	2378±40	42.6±0.5
175	**2**	1589±29	15.30±0.34	175.0±7.4	1.02±0.18	5004±120	2525±44	47.2±1.1

***Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.

Kavurma öncesi susamdaki çeşitli mineral madde miktarları; Ca 35078 mg/kg, P 10614 mg/kg, K 9319 mg/kg, Mg 4776 mg;/kg, S 5508 mg/kg, Fe 1285 mg/kg, Na 158,2 mg/kg, Zn 109,4 mg/ kg, Mn 46,86 mg/kg, Al 45,72 mg /kg, B 24,36 mg/ kg, Ni 4,38 mg/ kg, Cr 3,87 mg/kg, Mo 1,38 mg/kg bulunmuştur. Kavurma sonrasında ise susamdaki mineral maddeler azalma gözlenmiştir. Ca 10394 mg/kg, P 5004 mg/kg, K 9384 mg/kg, Mg 1589 mg;/kg, S 2525 mg/kg, Fe 233.4 mg/kg, Na 144.6 mg/kg, Zn 47.2 mg/ kg, Mn 15.30 mg/kg, Al 11.06 mg /kg, B 11.96 mg/ kg, Ni 1.02 mg/ kg, Cr 0.29 mg/kg, Mo 0.783 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Susam ve tahinin mineral bileşimine baktığımızda en çok bulunan mineral madde kalsiyumdur ve bunu potasyum, magnezyum ve fosfor takip etmektedir. Diğer tüm mineral maddeler nispeten daha düşük konsantrasyonlarda mevcuttur.

4.3. Fitik Asit Değerleri Sonuçları

Farklı kavurma süreleri uygulanmış susamların fitik asit değerlerine ait varyans Aanaliz sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında; kavurmanın fitik asit içeriğine etkisinin istatistiki bakımdan önemli ($P<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın fitik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**S.D**	**Fitik Asit (g/kg)**		
		K.O	**F**	**P**
Kavurma Süresi (A)	8	65.354	101.52*	0.00
Hata	18	0.644		

***** $P<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.7' ye bakıldığında ham susamdaki fitik asit miktarı 21.23 g/kg iken 165 dak kavurmanın sonunda 7.93 g/kg'dır.

Kavurmanın fitik asit içeriğini azaltma etkisi %35.25-40.15'dir. Isıl işlem sırasında baklagil tohumlarında görülen fitik asitin azalma nedeni; fitik asitin sıcaklıktan etkilenmesinden ve fitat ile diğer bileşenler arasında oluşan suda çözünmez kompleklerin oluşumundan kaynaklanmaktadır (Udensi ve ark,2007).

Çizelge 4.7. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın fitik asit düzeyine ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları

Kavurma Süresi (dak)	N	Fitik asit (g/kg)*
0	3	21.23 ± 0.21^{a}
20	3	19.54 ± 0.60^{b}
40	3	18.09 ± 0.11^{b}
60	3	14.55 ± 0.69^{c}
80	3	13.04 ± 0.40^{cd}
100	3	11.77 ± 0.02^{de}
120	3	10.41 ± 0.64^{ef}
150	3	9.69 ± 0.29^{f}
165	3	7.93 ± 2.06^{g}

*Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.
**Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Kavurmanın etkisi susam örneğinin nem içeriğine göre ve ısıl işlemin tipine göre değişiklik gösterebilmektedir. Khan ve ark (1990) göre yüksek nem içerikli ürünün fitik asit kaybı daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitli gıda işleme ve hazırlama teknikleri gıdalarda bulunan fitik asitin tuz formu olan fitatın miktarını azaltmada büyük etkisi vardır. Fitat hidrolizi; ıslatma, çimlendirme, malt yapma ve fermantasyon gibi gıda proseslerinde bitkiler ve mikroorganizmalarda doğal olarak bulunan fitazın fitatı parçalama aktivitesinin bir sonucudur. Bu nedenle, fitazlar gıda işleme sırasında ve mide-bağırsak sisteminde fitatın indirgenmesi için insan beslenmesinde önemli bir uygulamaya sahiptir (Kumar ve ark., 2010)

Fitatın azalmasının sebeplerinden biri; susam tohumları kavurma prosesinden önce suda ıslatma işlemidir. Suda ıslatma işlemi sırasında fitat suda çözünür formda olduğu için önemli bir miktarı su ile uzaklaştırılır. Aynı zamanda ıslatma işlemi, hububat ve baklagillerde doğal olarak bulunan fitaz enziminin etkisini artırır. Bu ıslatma işlemi esnasında, fitatın hidrolizi büyük ölçüde pH ve sıcaklıktan etkilenmektedir (Greiner ve ark. 1999). Fitat, ısıya karşı dirençlidir ve pişirme sırasında kolaylıkla bozulmaz. Bununla birlikte, iç bitki fitazı termo-değişkendir; uzun süre yüksek sıcaklığa maruz kalması, endojen enzim etkinliğinin yol açabilir (Kumar ve ark. 2010).

4.4. Renk değerleri sonuçları

Farklı kavurma süreleri uygulanan susamların renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına ait veriler Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.9'a göre, kavurma işlemi ile *L*, a*, b** ve Chroma değerleri artış ve hue angle değerinde ise azalma göstermiş olup bu artış ve azalmalar istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Yoshida ve Takagi (1997) 200 °C 'de kavurma işlemiyle susamların sarılığında ve kırmızılığında koyuluk gözlemiştir. 200 °C sıcaklığa kadar olan kavurma prosesinde kırmızılık değerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Susamların renginde oluşan bu değişim; kavurma prosesi boyunca enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından ve fosfolipitlerin bozulumundan kaynaklanabilmektedir (Husain ve ark.,1986). Enzimatik olmayan esmerleşme; ısıl işlemden kaynaklanan Maillard reaksiyonu, karemelizasyon ve fenollerin kimyasal oksidasyonu gibi bir dizi reaksiyondan oluşmaktadır (Manzoccove ark., 2001). Horrobin ve ark. (2003) yaptıkları bir çalışmada, susam tohumlarının Maillard reaksiyon ürünlerini oluşturmak için gerekli olan şeker ve amino gruplarını içerdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, kavurma boyunca oluşan renk değişimleri Maillard reaksiyonu ürünlerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın renk değerleri (L*, a*, b*, C* ve h) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		L*		a*		b*		C*		h	
	S.D	K.O	F	K.O	F	K.O	F				
Kavurma Süresi	10	39.369	124*	6.9162	1432.74*	33.513	649.59*	38.548	756.18*	21.507	229.48*
Hata	11	0.318		0.0048		0.052		0.051		0.094	

***** $P<0.01$ seviyesinde önemli;

Çizelge 4.9. Farklı kavurma süresi uygulanmış kabuklu susamın renk değerleri (L*, a*, b*, C* ve h) ait Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları

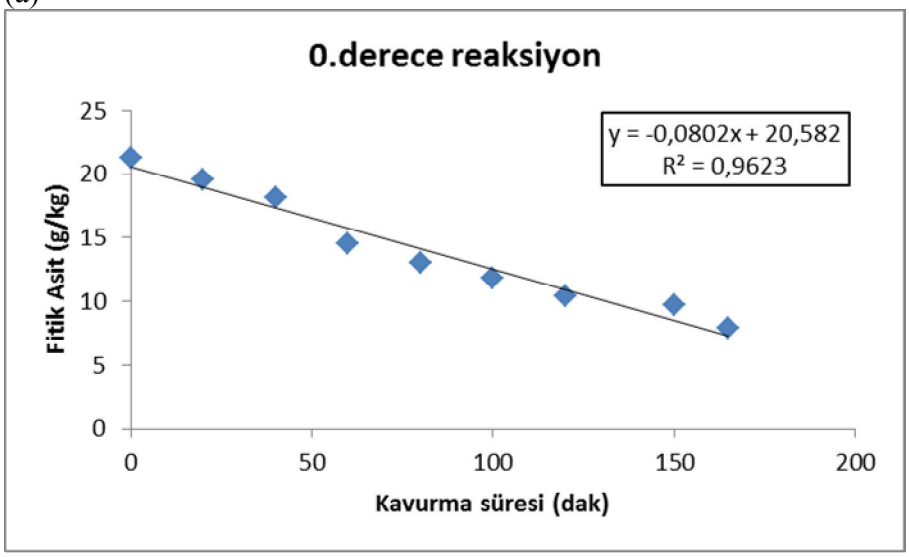
Kavurma Süresi (dak)	N	Renk Değerleri[1]				
		L*	a*	b*	C*	h
0	2	44.22±0.34^{h}	2.35±0.04^{fg}	9.77±0.11^{h}	10.05±0.11^{h}	76.49±0.04^{ef}
20	2	51.27±0.50^{d}	2.48±0.02^{ef}	12.54±0.17^{f}	12.78±0.17^{f}	78.83±0.07^{c}
40	2	46.05±0.16^{g}	2.58±0.01^{de}	10.63±0.16^{g}	10.94±0.16^{g}	76.33±0.13^{ef}
60	2	53.15±0.74^{c}	2.20±0.11^{h}	12.59±0.15^{f}	12.78±0.13^{f}	80.08±0.60^{b}
80	2	43.56±0.21^{h}	2.48±0.05^{ef}	9.89±0.26^{h}	10.19±0.26^{h}	75.95±0.11^{f}
100	2	47.83±1.12^{f}	2.71±0.06^{d}	12.17±0.43^{f}	12.47±0.42^{f}	77.42±0.68^{d}
120	2	52.90±0.23^{c}	2.32±0.07^{gh}	13.13±0.26^{e}	13.34±0.26^{e}	79.99±0.09^{b}
135	2	56.65±0.79^{a}	2.25±0.03^{gh}	15.12±0.37^{d}	15.29±0.36^{d}	81.54±0.30^{a}
150	2	53.97±0.18^{bc}	3.38±0.01^{c}	16.78±0.06^{c}	17.12±0.05^{c}	78.62±0.06^{c}
165	2	54.87±0.73^{b}	4.76±0.02^{b}	20.29±0.04^{b}	20.83±0.03^{b}	76.81±0.09^{de}
175	2	50.05±0.08^{e}	8.41±0.16^{a}	22.04±0.14^{a}	23.59±0.18^{a}	69.12±0.25^{g}

[1]Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.
[2] Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

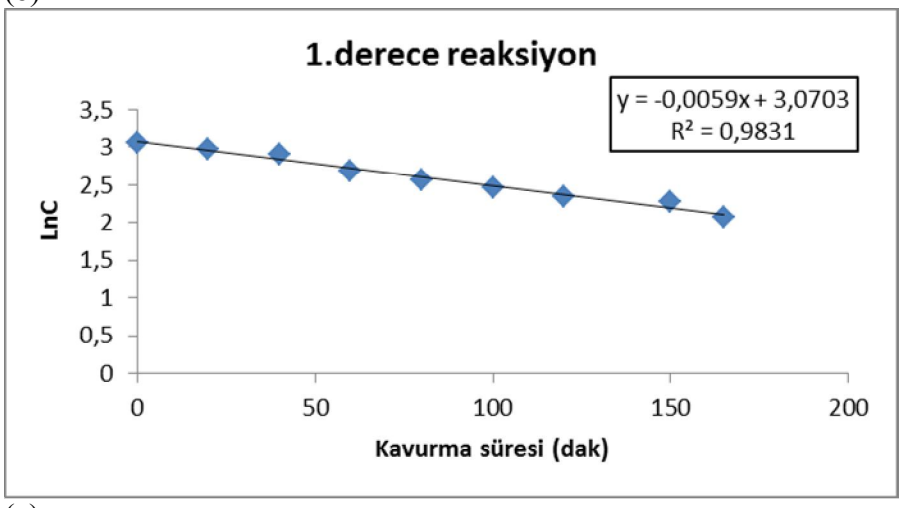
4.5. Reaksiyon hız sabitleri ve yarılanma ömrü

Kavurma süresince kinetik değişimi araştırılan değişken fitik asit miktarına ait veriler kavurma süresine karşı grafiğe aktarılarak doğrusallığı araştırılmıştır (Şekil 4.1). Verilere 0., 1. ve 2. Derece reaksiyon kinetik modeller uygulanarak doğrulama katsayısı en yüksek olan model seçilmeye çalışılmıştır. Bu duruma göre fitik asit miktarındaki değişimin kavurma süresine bağlı olarak değişimi doğrulama katsayısı (r^2) en yüksek model olan 1. Derece kinetik modele uygun olarak geliştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Birinci derece kinetik model uygulanarak elde edilen eğrinin eğimi ise birinci dereceden reaksiyonların hız sabitini vermektedir. Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi kabuklu susamların kavurma süresine bağlı olarak fitik asit konsantrasyonunda meydana gelen degredasyon hızını en iyi açıklayan ve en uygun kinetik model r^2=0.9831 doğrulama katsayısı ile birinci derece kinetik model olmuştur. Bu modele göre elde edilen fitik asit parçalanma hızı sabiti (k), 0.0059 dak^{-1} olarak belirlenmiştir.

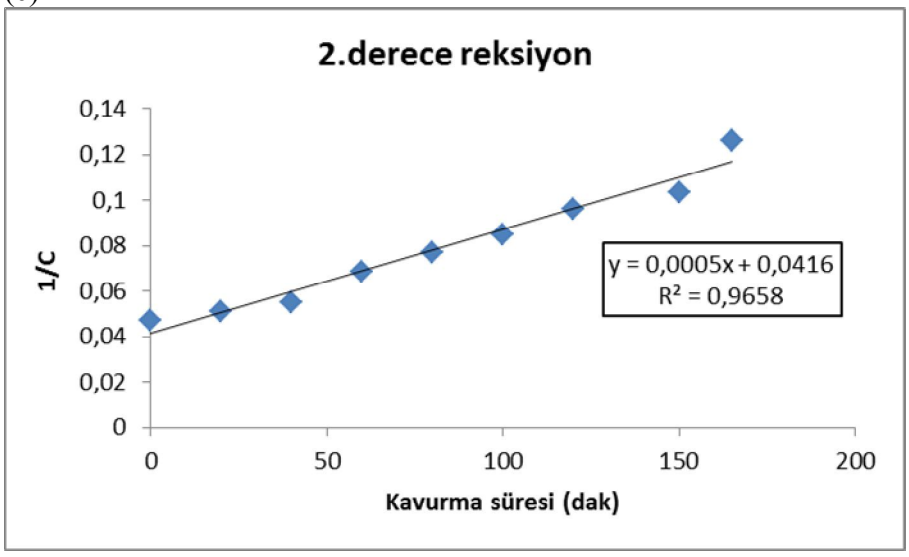
(a)



(b)



(c)



Şekil 4.1. Kabuklu susamdaki fitik asit konsantrasyonunun farklı kavurma sürelerine göre sıfırıncı (a), birinci (b) ve ikinci (c) derece reaksiyon grafiği

Çizelge 4.10. Kavurma süresine bağlı olarak kabuklu susamlardaki fitik asitin parçalanmasına ilişkin farklı derecelerdeki hız sabitleri (k), doğrulama katsayıları (r2) ve uygun modele bağlı yarılanma ömrü (t1/2)

Reaksiyon Derecesi	Reaksiyon Denklemi[a]	k (dak^{-1})	r^2	$t_{1/2}$ (dak)
	$C = -kt + C_0$	0.0802	0.9623	
	$lnC = -kt + lnC_0$	0.0059	0.9831[b]	117.46
	$1/C = kt + 1/C_0$	0.0005	0.9658	

[a] C = Fitik asit konsantrasyonu (g/kg)
[b] En uygun model, birinci derece kinetik model

Kabuklu susamdaki fitik asitin kavurma süresine bağlı olarak bozunma kinetiği birinci dereceden reaksiyona göre olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Birinci derece kinetik modele göre fitik asidin parçalanma yarılanma ömrü ($t_{1/2}$) 117.46 dakika olduğu belirlenmiştir. Bu, fitik asitin başlangıç konsantrasyonunun bu sıcaklıkta yarıya inmesi için gerekli olan sürenin 117.46 dakika olduğu (1 saat 57 dakika 46 saniye) anlamına gelmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Kavurma işlemi sonucunda susam tohumlarının fitik asit içeriğinde, mineral madde miktarında, renginde ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Kavurma işlemi yapılmış tüm örneklerde kavurma süresi arttıkça fitik asit içeriğinde önemli ölçüde azalma gözlenmiştir ($p<0.01$). Başlangıçta susam tohumlarındaki fitik asit değeri 21.23 g/kg iken 165. dakika da 7.93 g/kg'a düşmüştür.

Susam tohumlarının kavrulmasında kavurma süresinin antioksidan kapasitesi üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Kavurma süresinin uzamasıyla antioksidan özellikli maddeler etkilenmiş olup antioksidan miktarı azalmıştır.

Kavurma işlemi ile L*, a*, b* ve chroma değerleri artış ve hue angle değerinde azalma göstermiştir ve bu artış ve azalmalar istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Kavurma sonrasında ise susamdaki mineral maddeler azalma gözlenmiştir. Susam ve tahinin mineral bileşimine baktığımızda en çok bulunan mineral madde kalsiyumdur ve bunu potasyum, magnezyum ve fosfor takip etmektedir. Diğer tüm mineral maddeler nispeten daha düşük konsantrasyonlarda mevcuttur.

5.2. Öneriler

Susam tohumları yüksek enerji kaynaklıdırlar ve sağlık için gerekli olan birçok besini, mineralleri, antioksidanları ve esansiyel yağ asitlerini içermektedir. Susamdan elde edilen tahinde ortalama %54 oranında yağ, %28 oranında yüksek değerli protein ve B vitaminlerinin bulunduğu bildirilmekte bu nedenle de tahin beslenme açısından kıymetli bir gıda maddesi olarak görülmektedir. Susam tohumları önemli düzeyde fitat içermektedirler. İnsan diyetinde fitatın varlığı mineral alımı üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Diyette fitat çözünmeyen bir fitat mineral kompleks oluşturur. Bu kompleksler, kolayca minerallerin biyolojik olarak kullanılabilirliğini azaltmaktadır insan sindirim sistemi tarafından emilmez.

Yapılan bu çalışmada Bozkır tahini olarak çokça sevilerek tüketilen tahindeki fitik asit düzeyinin kabuklu susama uygulanan ısıl işlemle azaldığı gözlenmiştir. Fitik

asitteki azalmaya baktığımızda en uygun sürenin 165. dakika olduğu gözlenmiştir. Bu yüzden kabuklu olarak kavrulup tahine işlenecek olan susamların kavurma peryodunun uzatılmasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Fitik asit içeriğinin azalmasıyla tahinin biyolojik yararlılığı artmaktadır ve diyetteki mineral maddelerin kullanılabilirliğinin artacağı düşünülmektedir. Kavurma süresinin 165. dakikası sonunda susamların renk değerlerinde de değişimler olmuş ve bu değerlerden sarılık, kırmızılık doygunluk değerleri göz önünde bulundurulduğunda bu kavurma peryodunun da renk açısından uygun bir kavurma peryodu olacağı görülmektedir.

Bu çalışma sonuçlarına göre kabuklu susamların tahine işlenmesinde fitik asit miktarının azalması ve renk değerlerinin değişimi bakımından 165 dakika kavurma peryodu önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Abu-jdayıl, B.,Al-malah, K. and Asound, H. ,2002, Rheological characterization of milled sesame (tehineh), *Food Hydrocolloids* 16,55–61.

Abu-Jdayil, Basim, 2004, Flow properties of sweetened sesame paste (halawa tehineh, *European Food Research and Technology* 219.3 (2004): 265-272.

Ahn, H. J., Kim, J. H., Jo, C., Kim, M. J., & Byun, M. W. ,2004, Comparison of irradiated phytic acid and other antioxidants for antioxidant activity, *Food Chemistry*, 88(2), 173-178.

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* Vol. 20, No. 3 (2008), 1801-1805

Akbulut M. and Çoklar H., 2007, 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 (2008) 488–502.

Akbulut, M., Özcan, M. M., & Çoklar, H. ,2009, Evaluation of antioxidant activity, phenolic, mineral contents and some physicochemical properties of several pine honeys collected from Western Anatolia, *International journal of food sciences and nutrition*, 60(7), 577-589.

Akbulut M, Sarıçoban C., Özcan M.M, 2012, Determination of rheological behavior, emulsion stability,color, and sensory of sesame pastes (tahin) blended with pine honey, *Food Bioprocess Tech*., 2012, 5,1832–1839.

Alpaslan, M. and Hayta, M., 2002, Rheological and sensory properties of pekmez (grape molasses)/tahin (sesame paste) blends, *J. Food Eng.* 54(1), 89–93.

Baylan, N., 1990, Tahin Helvalarında Saponin Miktarı Üzerine Araştırma, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi. 64s. Ankara.

Baylan, N., Artık, N. ve Cemeroğlu, B., 1993, Tahin Helvalarında Saponin Miktarı Üzerine Araştırma, *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 17(3):785-800.

Bieri, J. G. and Evarts, R. P. ,1974, Vitamin E activity of γ -tocopherol in the rat, chick, and hamster. *J. Nutr.,* 104:850–857.

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

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. ,1995, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT-Food Science and Technology, 28(1), 25-30.*

Ceyhun, E. A., 2003, Türk Tahin Helvalarında Saponin Miktarının HPLC ile Belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, 52 s, Ankara

Chang, L.-W., Yen, W.-J., Huang, S. C., Duh, P.-D., 2002, Antioxidant Activity of Sesame Coat, Food Chemistry, 78, 347-354

Cheryan, M., & Rackis, J. J. ,1980,. Phytic acid interactions in food systems, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 13(4), 297-335.

Cumby, N., Zhong, Y., Naczk, M., & Shahidi, F. ,2008, Antioxidant activity and water-holding capacity of canola protein hydrolysates, *Food Chemistry*, 109(1), 144-148.

Çay P., 2008, Kepekli ekmeğin fitik asit miktarına prosesin etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara

Demir H., 2003. Tahin helvası Üretimi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,* Yüksek Lisans Seminer Çalısması, (Basılmamış), Çanakkale.

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

FAO/WHO, 1973, Energy and protein requirements, FAO Nutritional Meeting. Report Series No. 52. WHO Tech. Report Series, No. *522 Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, Italy

FAO, 2012, http://www.fao.org/economic/ess/en/#.VCUeLHRrNMs ,[Erişim Tarihi: 08.09.2014]

Fox, C. H., & Eberl, M. ,2002, Phytic acid (IP6), novel broad spectrum anti-neoplastic agent: a systematic review, Complementary therapies in medicine, 10(4), 229-234.

Grases, F., Simonet, B. M., Perello, J., Costa-Bauza, A., & Prieto, R. M. ,2004, Effect of phytate on element bioavailability in the second generation of rats, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 17(4), 229-234.

Greiner, R., & Alminger, M. L. ,1999, Purification and characterization of a phytate-degrading enzyme from germinated oat (Avena sativa), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(11), 1453-1460.

Greiner, R., & Konietzny, U. ,2006, Phytase for food application, *Food Technology and Biotechnology*, 44(2), 123-140.

Güneşer, O., and Zorba M., 2011, Effect of emulsifiers on oil separation problem and quality characteristics of Tahin Helva during storage, *Journal of Food Science and Technology* (2011): 1-9.

Hahm, Tae-Shik, Sung-hahmJin Park and Y. Martin Lo., 2009, Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (Sesamum indicum) seeds, *Bioresource technology* 100.4 (2009): 1643-1647.

Haug, W., & Lantzsch, H. J. ,1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34(12), 1423-1426.

Husain, S. R., Terao, J., & Matsushita, S., 1986, Effect of browning reaction products of phospholipids on autoxidation of methyl linoleate, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 63, 1457–1560.

Honke, J., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C., Frias, J., & Górecki, R. ,1998, Changes in quantities of inositol phosphates during maturation and germination of legume seeds, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung* A, 206(4), 279-283.

Horrobin, D. J., Landman, K. A., & Ryder, L. ,2003, Interior and surface colour development during wheat grain steaming, *Journal of Food Engineering*, 57, 33–43.

Iqbal, T. H., Lewis, K. O., & Cooper, B. T. ,1994, Phytase activity in the human and rat small intestine, Gut, 35(9), 1233-1236.

Jeong, S. M., Kim, S. Y., Kim, D. R., Nam, K. C., Ahn, D. U., & Lee, S. C., 2004, Effect of seed roasting conditions on the antioxidant activity of defatted sesame meal extracts, *Journal of food science*, 69(5), C377-C381.

Kahyaoglu, T., and S. Kaya, 2006, Modeling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting, *Journal of Food Engineering* 75.2 (2006): 167-177.

Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. 1999, Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds, *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(10), 3954-3962.

Kamal-Eldin, A. and Appelqvist, L.-A. , 1994b,Variation in the composition of sterols, and lignans in seed oils from four Sesamum species, *J. Am. Oil Chem*, Soc., 71:149–156.

Khan, N., Zaman, R., & Elahi, M.,1991, Effect of heat treatments on the phytic acid content of maize products, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54(1), 153-156.

Kumar, V., Sinha, A. K., Makkar, H. P., & Becker, K. ,2010, Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review, *Food Chemistry*, 120(4), 945-959.

Lee, S. W., Jeung, M. K., Park, M. H., Lee, S. Y., & 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.

Lehrfeld, J. ,1989, High-performance liquid chromatography analysis of phytic acid on a pH-stable, macroporous polymer column, *Cereal Chemistry*, 66(6), 510-515.

Lopez, H. W., Leenhardt, F., Coudray, C., & Remesy, C. ,2002, Minerals and phytic acid interactions: is it a real problem for human nutrition, *International Journal Of Food Science & Technology*, 37(7), 727-739.

Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M. C., & Lerici, C. R. ,2001, Review of nonenzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods, *Trends in Food Science & Technology*, 11, 340–346.

Namiki, M., Kobayashi, T. Eds., 1989, *Goma no Kagaku* (*Sesame Science*), Asakura Shoten Co. Tokyo. p. 246

Namiki, M., Ed. ,1998, Goma, sono Kagaku to Kinousei (Advances in sesame science and function), *Maruzen Planet Co. Tokyo*. p. 268.

Namiki, M., 2007, Nutraceutical functions of sesame: a review, *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(7), 651-673.

Nas, S., Gökalp, H. Y., ve Ünsal, M., 1992, Bitkisel Yag Teknolojisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi* yayın No:312, Erzurum.

Nishant P. Visavadiya, A.V.R.L. Narasimhacharya, 2008, Sesame as a hypocholesteraemic and antioxidant dietary component, *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) 1889–1895

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

Park, H. R., Ahn, H. J., Kim, S. H., Lee, C. H., Byun, M. W., & Lee, G. W., 2006, Determination of the phytic acid levels in infant foods using different analytical methods, *Food control*, 17(9), 727-732

Reddy, N. R., Sathe, S. K., & Salunkhe, D. K. ,1982, Phytates in legumes and cereals. *Advances in food research*, 28, 1-92.

Reddy, N. R. ,2002, Occurrence, distribution, content, and dietary intake of phytate. *Food phytates*, 25-51.

Saad, N., Esa, N. M., Ithnin, H., & Shafie, N. H. ,2011, Optimization of optimum condition for phytic acid extraction from rice bran, *African Journal of Plant Science*, 5(3), 168-175

Sato, E., Miki, E., Gohtani, S., and Yamano, Z. ,1995, The effect of sesame contents on viscoelasticity and microstructure of goma-dofu (sesame tofu), *Nippon Shokuhin Kagaku Kougaku Kaish*i, 42:871–877.

Shamsuddin, A. M., Vucenik, I., & Cole, K. E. ,1997,. IP< sub> 6</sub>: A novel anti-cancer agent. Life sciences, 61(4), 343-354.

Smith, N., 2000, Production and utilization of sesame seeds in US, *Sesame News Letter*, 14:14–15.

Tangkongchitr, U., Seib, P. A., & Hoseney, R. C. ,1981, Phytic acid. II. Its fate during breadmaking, *Cereal Chemistry.*

Tashiro, T., Fukuda, Y., Osawa, T., and Namiki, M. ,1990, Oil and minor components of sesame (Sesamum indicum L.) strains. J. Am. *Oil Chem. Soc*., 67:506–511.

Thavarajah, D., Thavarajah, P., See, C. T., & Vandenberg, A. ,2010, Phytic acid and Fe and Zn concentration in lentil (Lens culinaris)seeds is influenced by temperature during seed filling period, *Food chemistry*, 122(1), 254-259.

Thompson, L. U., Rickard, S. E., Cheung, F., Kenaschuk, E. O., & Obermeyer, W. R., 1997,Variability in anticancer lignan levels in flaxseed.

Udensi, E. A., Ekwu, F. C., & Isinguzo, J. N. ,2007, Antinutrient factors of vegetable cowpea (Sesquipedalis) seeds during thermal processing, *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(2), 194-197.

Uluöz M., Yigit V., 1975,Researhes on increasing the oil stability in tahin helva (in Turkish), *The Scientific and Technological Research Council of Turkey Unit of Nutrition and Food Technology*, Projects Report No: 9.

Xu, Juan; CHEN, Shubing; HU, Qiuhui, 2005, Antioxidant activity of brown pigment and extracts from black sesame seed*, Food chemistry,* 91(1): 79-83.

Vohra, A., & Satyanarayana, T. ,2003, Phytases: microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications, *Critical Reviews in Biotechnology*, 23(1), 29-60.

Wankhede, D. B., and Tharanathan, R. N. ,1976, Sesame (Sesamum indicum L.) carbohydrates. *J. Agric. Food Chem*., 24:655–659.

Wettasinghe, M., Shahidi, F., & Amarowicz, R.,2002,.Identification and quantification of low molecular weight phenolic antioxidants in seeds of evening primrose (Oenothera biennis L.), *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(5), 1267-1271

Yamashita, K., Iizuka, Y., Imai, T., and Namiki, M.,1995, Sesame seed and itslignans produce marked enhancement of vitamin E activity in rats fed a low α-tocopherol diet, *Lipids*, 30:1019–1028.

Yoshida, H., & Takagi, S. ,1997,Effects of seed roasting temperature and time on the quality characteristics of sesame (Sesamum indicum) oil, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 75(1), 19-26.

Yurdagel, Ü. Ve Baysal, T., 1996, Helva Yapımında Çöven Kökü ve Meyan Kökünün Kullanımı, *Gıda Teknolojisi*, 1-2;35-37.

Zdravković, A., Nikolić, V. D., Ilić-Stojanović, S., Stanojević, L. P., & Savić, I. M. 2012, The extraction kinetics and the antioxidant activity of the sesame seeds (Sesames indicum L.) aqueous exracts, *Savremene tehnologije/Advanced Technologies*, 1.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Naime TİTİZCE
Uyruğu	**:**	T.C
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Konya 04.04.1988
Telefon	**:**	05067452295
Faks	**:**	
e-mail	**:**	naimetaskinoglu@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Selçuklu Anadolu Lisesi, Selçuklu, Konya	2006
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü	2010
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2010-	Çevikbaş Matbaacılık ve Amb.San.A.Ş	Planlama

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR