



Ek-2

T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**BOZKIR TAHİNİ ÜRETİMİNDE FARKLI İŞLEME PARAMETRELERİNİN
SON ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans

Alime TAN

**Danışman
Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER**

**ALANYA
2025**

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BOZKIR TAHİNİ ÜRETİMİNDE FARKLI İŞLEME PARAMETRELERİNİN
SON ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Alime TAN

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Program Adı: Gıda Mühendisliği

Danışman

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER

ALANYA

(2025)

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Alime TAN'nın "Bozkır tahini üretiminde farklı işleme parametrelerinin son ürün kalitesine etkisi" başlıklı tezi 16/06/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

	Unvanı-Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) :	Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER
Üye :	Doç. Dr. Gamze TOYDEMİR ŞEN
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Gülden KILIÇ

Prof. Dr. Kemal VATANSEVER

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Alime TAN

TEŞEKKÜRLER

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca her türlü desteğini üzerimde hissettiğim, zaman mekan fark etmeksizin bilgi ve tecrübeleriyle yanımda olan anlayışı ve sabrıyla takdir ettiğim ayrıca ilk tez öğrencisi olmamın gururuyla değerli danışman hocam Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitim serüvenimin başından sonuna iş yeri çalışma ortamımda bana her türlü kolaylığı sağlayan Bozkır İlçe Tarım ve Orman Müdürü saygıdeğer Halil DURMUŞ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamda laboratuvarlarını kullanmama müsaade eden Konya Şeker Ar-Ge Merkezi'nden Kimya Mühendisi Ali AKBAYRAK ve merkeze bağlı olarak çalışan Helvahane Gıda Tarım Üretim Pazarlama San. ve Tic. A.Ş. - Karaman Şubesi'nden Gıda Teknikeri Meryem İPEK'e, Panagro Tarım Hayvancılık Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi-Bozkır Meyve İşleme Tesisi'nden Gıda Mühendisi Ömer YURTSEVER ve Gıda Teknikeri Ayşe HARMANCI'ya, Konya Şeker Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi-Çumra Şeker Entegre Tesisleri'nden Yüksek Biyomühendis Mensur GÜN ve Gıda Yüksek Mühendisi Meryem ÖZTÜRKOĞLU'na laboratuvar çalışmalarımındaki yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Son olarak eğitim hayatım boyunca her zaman maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan biricik aileme teşekkür ederim.

ÖZET

BOZKIR TAHİNİ ÜRETİMİNDE FARKLI İŞLEME PARAMETRELERİNİN SON ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

Alime TAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Haziran, 2025 (52 Sayfa)

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Tahin Tebliği'nde tahin (Tebliğ No: 2015/27) "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 üretiminde standart bir yöntem yoktur. Geleneksel tahin üretimi eleme, suda bekletme, kabuk soyma, tuzlu suda bekletme, durulama ve santrifüj, kavurma, havalandırma, öğütme, ambalajlama ve depolama aşamalarından oluşur. 2021 yılında Türk Patent Enstitüsü tarafından "Mahreç İşareti" alan Bozkır tahini üretim basamakları ise suda bekletme, kabuk soyma, kavurma, havalandırma, eleme, öğütme, ambalajlama ve depolama aşamalarını içermektedir. Bu nedenle geleneksel yöntemle üretilen tahine göre Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen ürünlerin farklı özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca Bozkır tahini üretim yönteminin işleme aşamalarında farklı uygulamalar yapılmaktadır. Bu çalışmada Konya'nın Bozkır ilçesinden 9 çeşit tahin örneği farklı tahin üretim işletmelerinden temin edilmiştir. İthal ya da yerli susam kullanılarak, suda bekletme süresi (6-24 sa), kabuk ayırma oranı (%0-95), kavurma yöntemi (odun ateşi-kavurma kazanı), havalandırma süresi (10-30 dk) gibi farklı işleme parametreleri uygulanarak üretilen Bozkır tahini örneklerinin kalitesi kuru madde miktarı, kül miktarı, yağ oranı, renk özellikleri, reolojik ve duyuşal özellikleri yönünden değerlendirilmiştir.

Tahin örneklerinde kuru madde miktarı %99,65-98,87 aralığında belirlenmiş olup, en yüksek kuru madde miktarı %99,65 ile ithal susamın kavurma kazanında kavrulup öğütülmesiyle üretilen ve %85 kabuk ayırma oranı olan tahin örneğinde (KS2) tespit edilmiştir. Kül oranı en yüksek (%4,16) ve yağ oranı en düşük (%50,07) tespit edilen örnek (KL1) kepekli tahin grubundan %100 kabuk oranına sahip odun ateşi ile taş fırında kavrulup öğütülen tahindir. Sadece öğütme işleminin uygulandığı tahin örneği (BYZ) en

açık renge sahiptir. En sarımsı örnek (KS1) ithal susam kullanılan, %85 kabuk ayırma oranı ile odun ateşinde kavrulup öğütülmeyle elde edilmiştir.

Tahin örnekleri Newtonsal olmayan akışkan olup, kayma incelenmesi özelliği tespit edilmiştir. Akış davranış reolojik özelliği power law modeli kullanılarak belirlenmiştir. Tahin örneklerinin 15°C, 30°C, 45°C sıcaklıklarda K değerleri sırayla 3,10 -8,90; 1,60-4,50; 1,29-2,98, n değerleri sırayla 0,77-0,84; 0,73-0,82; 0,67-0,81 ve R² değerleri 0,993-0,999; 0,991- 0,998; 0,987, 0,997 aralığında değişmektedir. Tahin örneklerinin viskozitesi üç kayma hızında da (1, 10, 100s⁻¹) sıcaklığın artışıyla azalmıştır. Kayma hızı 1, 10, 100s⁻¹ için Arrhenius denklemi kullanılarak elde edilen örneklerin K₀ değeri sırayla 5,84x10⁻⁰⁴-7,53x10⁻⁰⁶; 1,07x10⁻⁰⁴-4,60x10⁻⁰⁶; 6,06x10⁻⁰⁶-1,54x10⁻⁰⁶, E_a değeri sırayla 18,84-30,65; 23,03- 31,48; 30,28- 32,97, R² değeri sırayla 0,991- 0,999; 0,990- 0,999; 0,997-0,999 aralığında belirlenmiştir.

Tüketici tercih testine göre en çok tercih edilen tahin örnekleri sırayla kepeksiz tahin grubundan %85 kabuk ayırma oranı ile KS2 (%18,91), kepeksiz tahin grubundan KL3 (%16,21), KL1 (%14,2) ve KL4 (%11,15) olarak belirlenmiştir. Renk ve tat verileri tahin örneklerinde benzerlik göstermiştir. Renk değerinin yanı sıra aroma ve koku bakımından sadece öğütme işlemi uygulanan BYZ örneği genel olarak en az beğenilmiştir. Hiç kabuğu ayrılmamış KL1 ve %95 kabuk ayırma oranı ile KS3 örnekleri görünüş bakımından en çok beğenilse de kepekli tahin grubundan KL2, KL3 ve kepeksiz tahin grubundan KS2 örneklerinde de benzer sonuca ulaşılmıştır. Dolayısıyla susam türü, suda bekletme süresi, kabuk ayırma oranı, kavurma yöntemi, havalandırma süresi ve öğütme hızı gibi birçok parametrenin ürün kalitesine etkisi olduğu belirlenmiştir. Geleneksel tahin üretim yönteminden farklı olan Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen tahin örneklerinde bazı verilerin TGK Tahin Tebliğine uygun olmadığı belirlenmiştir. TGK'ya uygun olması açısından Bozkır tahini için kodekste iyileştirmeye gidilmesi üreticinin yararına olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Susam, Bozkır tahini, Kabuk oranı, Renk, Kül miktarı, Reolojik özellikler, Duyusal değerlendirme

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT PROCESSING PARAMETERS ON THE FINAL PRODUCT QUALITY IN BOZKIR SESAME PASTE PRODUCTION

Alime TAN

Department of Food Engineering

Graduate School of Alanya Alaaddin Keykubat University,

June, 2025

In the Turkish Food Codex (TFC) Communiqué on sesame paste (Communiqué No: 2015/27), sesame paste is defined as “The product obtained by crushing sesame (*Sesamum indicum L.*) seeds suitable for sesame paste production in a mill after their shells are separated in accordance with the technique and dried and roasted in the oven”. There is no standard method in sesame paste production. Traditional sesame paste production consists of sieving, soaking in water, peeling, soaking in salt water, rinsing and centrifugation, roasting, ventilation, grinding, packaging and storage. In 2021, the production steps of Bozkır sesame paste, which received the “protected geographical indication” by the Turkish Patent Institute, include soaking, peeling, roasting, ventilation, sieving, grinding, packaging and storage. For this reason, products produced with the Bozkır sesame paste production method have different characteristics compared to sesame paste produced with the traditional method. Besides, different applications are made in the processing stages of the Bozkır sesame paste production method. In this study, 9 sesame paste samples were obtained from different sesame paste production plants from Bozkır district in Konya. The quality of Bozkır sesame paste samples produced by using imported or local sesame seeds and applying different processing parameters such as soaking time (6-24 h), shell separation rate (0-95%), roasting method (wood fire-roasting drum), ventilation time (10-30 min) were evaluated in terms of dry matter content, ash content, fat ratio, color characteristics, rheological and sensorial properties.

The dry matter content of sesame paste samples was determined in the range of 99.65-98.87%, and the highest dry matter content (99.65%) was determined in the sesame paste sample (KS2) produced by roasting and grinding imported sesame in a drum with 85% shell separation rate. The sample with the highest ash content (4.16%) and the lowest fat content (50.07%) (KL1) was sesame paste roasted and ground in a stone oven with

wood fire with 100% shell separation rate. The sesame paste sample with only grinding process (BYZ) had the lightest color. With 85% shell separation rate, the most yellowish sample (KS1) was obtained by roasting in wood fire and using imported sesame seeds.

Sesame paste samples were non-Newtonian fluid and shear thinning characteristics was detected. The rheological properties of the flow behavior were determined using the power law model. The K values of sesame paste samples at 15°C, 30°C, 45°C were 3.10- 8.90, 1.60-4.50, 1.29-2.98, n values were 0.77- 0.84, 0.73-0.82, 0.67-0.81 and R² values were 0.993-0.999, 0.991-0.998, 0.987, 0.997 respectively. The viscosity of sesame paste samples decreased with increasing temperature at all three shear rates (1, 10, 100 s⁻¹). The K₀ value obtained by using Arrhenius equation for shear rate of 1, 10, 100 s⁻¹ was in the range of 5.84x10⁻⁰⁴-7.53x10⁻⁰⁶; 1.07x10⁻⁰⁴-4.60x10⁻⁰⁶; 6.06x10⁻⁰⁶-1.54x10⁻⁰⁶, Ea value was in the range of 18.84- 30.65; 23.03-31.48; 30.28-32.97, and R² value was in the range of 0.991- 0.999; 0.990-0.999; 0.997-0.999, respectively.

According to the consumer preference test, the most preferred sesame paste samples were KS2 (18.91%) with 85% shell separation rate from the hulled sesame paste group, KL3 (16.21%), KL1 (14.2%) and KL4 (11.15%) from unhulled sesame paste group. Color and taste data were similar in sesame paste samples. In terms of aroma and smell as well as color value, the BYZ sample, which was only grinded, was generally least liked. Although samples of KL1 with no shell separation and KS3 with 95% shell separation rate were liked the most in terms of appearance, similar results were obtained in KL2, KL3 from unhulled sesame paste group and KS2 from hulled sesame paste group. Therefore, it was determined that many parameters such as sesame type, soaking time, shell separation rate, roasting method, ventilation time and grinding speed had an effect on product quality. Due to the differences in traditional and Bozkır sesame paste production methods, some samples produced with Bozkır sesame paste production method did not comply with the TFC Tahini Communiqué It would be in the best interest of the producers to improve the codex for Bozkır sesame paste in order to comply with TFC.

Keywords: Sesame, Bozkır sesame paste, Shell ratio, Color, Ash content, Rheological properties, Sensory evaluation

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	
ONAY SAYFASI	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	ii
TEŞEKKÜR SAYFASI.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER SAYFASI	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	3
2.1. Susam ve Özellikleri	3
2.2. Tahin ve Özellikleri	6
2.3. Geleneksel Tahin Üretimi	7
2.4. Bozkır Tahini Üretimi	9
2.5. Tahin Üretim Yöntemlerinin Karşılaştırılması	14
2.6. Tahin Kalite Özelliklerini Etkileyen Parametreler	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1. Bozkır Tahini Üretiminde Kullanılan Parametreler	19
3.2. Kuru Madde Miktarı ve Kül Tayini	20
3.3. Yağ Tayini	22
3.4. Renk Tayini	22
3.5. Viskozite Tayini	23
3.6. Duyusal Analiz	24
3.7. İstatistik Analizleri	25
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	26
4.1. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinde Kuru Madde ve Kül Miktarına Etkileri	26
4.2. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinde Yağ Oranına Etkileri	29
4.3. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinde Renk Özelliklerine Etkileri	30
4.4. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinin Reolojik Özelliklerine Etkileri.....	33
4.5. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Etkileri	41

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
6. KAYNAKLAR	46
7. EKLER	50
EK-1. Duyusal Analiz Testi Formu.....	50
EK-2. Etik Kurul İzni.....	51
8. ÖZGEÇMİŞ	52



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Beyaz ve Kahverengi Susam Tohumlarının Kimyasal Bileşimleri	6
Tablo 2.2 Konya’da Üretilen Tahin İle Susam Tohumunun Kimyasal Bileşim Değerleri	7
Tablo 2.3 Türk Gıda Kodeksi Tahin Özellikleri	7
Tablo 3.1 Bozkır Tahini Üretiminde Kullanılan Parametreler.....	19
Tablo 4.1 Tahin Örneklerinin Kuru Madde Ve Kül Miktarı.....	27
Tablo 4.2 Tahin Örneklerinin Yağ Oranları.....	30
Tablo 4.3 Tahin Örneklerinin Renk Değerleri	31
Tablo 4.4 Tahin Örneklerinin Akış Davranış Reolojik Özellikleri.....	36
Tablo 4.5 Tahin Örneklerinin Farklı Sıcaklıklardaki Viskozite Değerleri (Kayma Hızı (γ): $1s^{-1}$)	37
Tablo 4.6 Tahin Örneklerinin Farklı Sıcaklıklardaki Viskozite Değerleri (Kayma Hızı (γ): $10s^{-1}$)	38
Tablo 4.7 Tahin Örneklerinin Farklı Sıcaklıklardaki Viskozite Değerleri (Kayma Hızı (γ): $100s^{-1}$)	38
Tablo 4.8 Tahin Örnekleri İçin $1s^{-1}$ Kayma Hızında Arrhenius Denklem Parametreleri.	39
Tablo 4.9 Tahin Örnekleri İçin $10s^{-1}$ Kayma Hızında Arrhenius Denklem Parametreleri.....	40
Tablo 4.10 Tahin Örnekleri İçin $100s^{-1}$ Kayma Hızında Arrhenius Denklem Parametreleri.....	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Susam Bitkisi Ve Kapsülleri	3
Şekil 2.2 Hasat Edilen Susam Bitkileri	3
Şekil 2.3 Türkiye'ye İthal Edilen Susamın Ülkelere Göre Dağılımı.....	4
Şekil 2.4 Farklı Renklerde Susam Tohumu Çeşitleri	5
Şekil 2.5 Geleneksel Tahin Üretim Basamakları.....	9
Şekil 2.6 Bozkır Tahini Mahreç İşareti	10
Şekil 2.7 Mahreç İşaretili Bozkır Tahini Üretim Basamakları	10
Şekil 2.8 Bozkır Tahini Üretiminde Suda Bekletme İşlemi	11
Şekil 2.9 Bozkır Tahini Üretiminde Kabuk Soyma İşlemi.....	12
Şekil 2.10 Bozkır Tahini Üretiminde Uygulanan Kavurma İşlemi	12
Şekil 2.11 Bozkır Tahini Üretiminde Kullanılan Titreşimli Eleme Sistemi.....	13
Şekil 2.12 Bozkır Tahini Üretiminde Öğütme Aşaması.....	13
Şekil 2.13 Bozkır Tahini Üretim Yöntemi İle Üretilen Ürün Ambalajlama Aşaması ...	14
Şekil 3.1 Kuru Madde Tayini	21
Şekil 3.2 Kül Tayini.....	21
Şekil 3.3 Yağ Tayini	22
Şekil 3.4 Renk Tayini	23
Şekil 3.5 Viskozite Tayini	24
Şekil 3.6 Duyusal Analiz	25
Şekil 4.1 Tahin Örneklerinin 15°C'de Akış Davranış Reolojik Özellikleri	34
Şekil 4.2 Tahin Örneklerinin 30°C'de Akış Davranış Reolojik Özellikleri	34
Şekil 4.3 Tahin Örneklerinin 45°C'de Akış Davranış Reolojik Özellikleri	35
Şekil 4.4 Tahin Örnekleri İçin Tüketici Beğeni Testi.....	42
Şekil 4.5 Tahin Örnekleri İçin Tüketici Tercih Testi	43

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

n	Akış davranış indeksi
K	Tutarlılık katsayısı
η	Viskozite
E_a	Aktivasyon enerjisi
R	Gaz sabiti
T	Mutlak sıcaklık
K_0	Arrhenius sabiti
τ	Kayma gerilimi
γ	Kesme hızı

Kısaltmalar

TGK	Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TürKomp	Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
TGDF	Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu
PET	Polietilen Tereftalat

1. GİRİŞ

Pedaliaceae bitki ailesinin bir üyesi olan susam (*Sesamum indicum L.*), dünyada bilinen en eski ve önemli yağ tohumlarından biridir. Susam hem tropikal hem de ılıman bölgelerde yetiştirilmiş, o bölgelere adapte olmuş, hala da yetiştirilmeye devam eden bir hammaddedir (Tenyang ve ark., 2017). Kökeni tam bilinmemekle birlikte araştırmacılar tarafından ilk çıkış yeri Afrika kıtası olduğu kabul edilen ve oradan Hindistan üzerinden diğer ülkelere yayıldığı belirtilmiştir (Yeniay, 2015). Günümüzde de en fazla Asya (%50) ve Afrika (%44) ülkelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye dünyada susam üretiminde 31. sırada yer almakta olup, ithalatçı konumdadır. 2024 yılı susam üretim miktarı 14.439 ton olarak kayıtlara geçmiştir bu da ülkemizin susam üretiminin kendi ihtiyacını karşılayamayacak kadar az olduğunun göstergesidir. (ATB, 2022; TÜİK, 2024).

Kavrulduktan sonra öğütülen susam tohumlarından hazırlanan susam ezmesi tahin olarak adlandırılmaktadır. Bu tanım Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği'nde (Tebliğ No: 2015/27) "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 (TGK, 2015). Tahin kabuksuz susamın kavrulup öğütülmesi ile elde edildiğinden besin değerleri açığa çıkmakta, susam tohumu ile kıyaslandığında daha yüksek besin bileşim özellikleri göstermektedir. Ayrıca tahinin susama göre daha yağlı bir son ürün olması nedeniyle kıvamlı bir mamül ürün olarak tanımlanmakta ve tercih edilmektedir (Güven ve ark., 2007). Yapılan bir çalışmada ham susamın yağ oranını %53,14, susamın kavrulup öğütülmesiyle elde ettiği tahinin yağ oranını %58,37 olarak belirlemiştir (Çavuşoğlu, 2017). Tahin yüksek protein içeriği ile iyi bir enerji kaynağı olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bunun yanı sıra tahinin asitsiz yapıda olmasından dolayı sindirim zorluğu çeken, çocuklar ve engelliler için iyi bir protein ve sporcular için de hızlı bir enerji kaynağıdır (Kahyaoğlu, 2005). Besin değeri açısından protein (%23-27), yağ (%57-65), karbonhidrat (%6,4- 9), niasin (4,5mg/100mg), tiamin (1,08mg/100g) ve kalsiyum (100mg/100g), fosfor (807 - 840mg/100mg) ve demir (9mg/100g) gibi bazı minerallerce zengindir (Abu-Jdayil ve ark., 2002).

Susam tahine dönüşürken yıkama, kabuk ayırma, kavurma ve öğütme aşamalarından geçmektedir. Tuzlu su kullanılarak yoğunluk farkından yararlanıp kabuk ayırma işlemi kolaylaştırılmaktadır. Kabuksuz susam taneleri durulanıp kavrulduktan

sonra öğütme aşamasına geçilir ve öğütülmüş susam son ürün tahin olarak üretilir (Çavuşoğlu, 2017). Tahin üretim şekli standart olmadığından her üreticinin kendine özgü üretim teknikleriyle farklı üretim basamakları uygulayarak üretim gerçekleştirildiği görülmektedir. Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen tahin ürünleri de raflarda sıklıkla gördüğümüz bir ürün haline gelmiştir. 2021 yılında Türk Patent Enstitüsü tarafından “Mahreç İşareti” almış olan Bozkır tahini üretiminde kendine özgü farklılıklar mevcuttur. Geleneksel tahin üretiminde eleme işlemi ilk aşama olarak suda bekletme işleminden önce yapılırken, Bozkır tahini üretiminde eleme işlemi öğütme işleminden önce uygulanmaktadır. Geleneksel tahin üretiminde kabuk soyma işleminden sonra tuzlu suda bekletme yapıldığından, durulama ve santrifüj uygulanmaktadır. Bozkır tahini üretiminde ise bu aşama olmadığından kabuk soyma işleminden sonra susama direk kavurma işlemi uygulanmaktadır. Endüstriyel ölçekteki üretimlerde bazı işletmeler tuzlu su ile yıkama ve durulamadan sonra kireçli suyla yıkama işlemi de uygulamaktadır. Bozkır tahini üretiminde kepekli ve kepeksiz olmak üzere iki çeşit üretim gerçekleştirilmektedir. Susamların kavrulması aşamasında geleneksel yöntemle üretimde tamburlu kavurma kazanları kullanılırken Bozkır tahininde ardıç odunu ya da peletin kullanıldığı odun ateşi ile taş fırın ya da tamburlu kazan kullanılmaktadır. Kavurma işlemi sonrası geleneksel yöntemde zımpara taşlı öğütücülerde öğütme gerçekleştirilir. Bozkır tahini kavurmadan sonra eleme işlemine tabi tutulur sonrasında öğütme taş değirmenlerde gerçekleştirilir (Çiftçi, 2008; Güneşer, 2009; Batu ve Elyıldırım, 2009; TPK, 2021).

Literatürde susam ile ilgili çok fazla çalışma mevcutken tahinle yapılan çalışmalarda üretim basamaklarına ait detayların yetersiz olduğu görülmüştür. Yaptığımız bu çalışmada Konya'nın Bozkır ilçesinde bulunan farklı tahin üretim tesislerinden hammaddeden son ürüne kadar, tüm üretim hattı boyunca, farklı işlem parametrelerinin uygulandığı mahreç işaretli tahin örneklerinin kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Hammadde olan susam türü ve işleme parametreleri olan kabuk ayırma oranı, suda bekletme süresi, havalandırma süresi ve kavurma yönteminde farklı olan tahin örnekleri kuru madde miktarı, kül miktarı, yağ oranı, renk özellikleri, reolojik ve duyu değerleri yönünden analiz edilmiştir ve etkileri belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR

2.1. Susam ve Özellikleri

Pedaliaceae familyasına ait olan susam (*Sesamum indicum L.*), oksitlenme ve ekşimeye karşı direnç gösteren yüksek yağ kalitesi ve küspesi ile “yağlı tohumların kraliçesi” olarak adlandırılan ilk kültür bitkilerinden biridir (Moazzami ve Kamal-Eldin, 2009). Susam kullanımı 6000 yıl öncesine dayanmakta olup, ilk Sudan’dan yayıldığına dair arkeolojik kayıtlar mevcuttur (Kahyaoğlu, 2005). Susam tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilen, çeşidine ve çevre faktörlerine göre boyu 50 ile 200 cm arasında değişen, çan çiçekleri ve yaprakları olan tek yıllık otsu bitkidir (Jasad, 2020) (Şekil 2.1). Boru şeklinde olan çiçek yaklaşık 4-5 cm uzunluğunda ve pembe ya da beyaz görünümüne sahiptir. Susamın meyvelerine ise kapsül denir ve her kapsül yaklaşık 50-80 tohum içerir. Olgunlaşan kapsüller uçlarından çatlayarak saçılmaya başlar ve tohum hasat için hazır hale gelir (Kahyaoğlu, 2005).



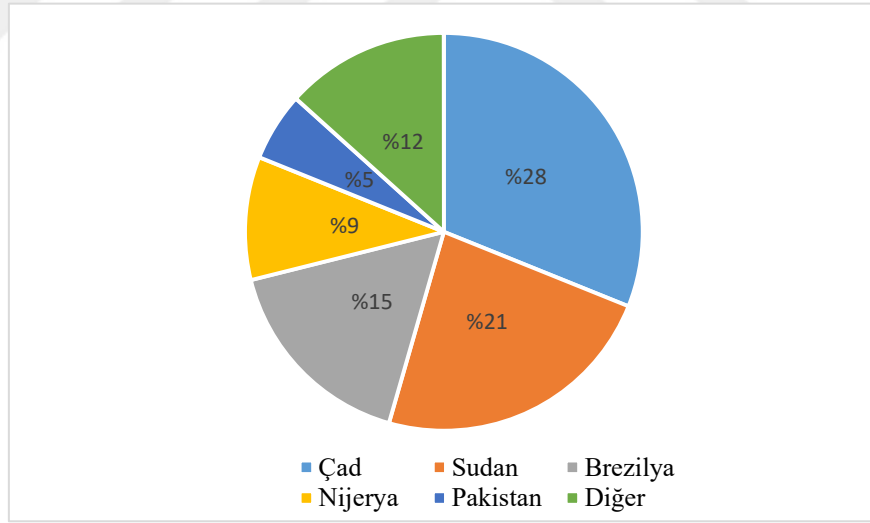
Şekil 2.1. Susam bitkisi ve kapsülleri (Şahin, 2014; Batu ve Batu, 2020)

Susam organik madde miktarı bakımından zengin, kumlu ve killi toprakta yetiştirilir. Suya ihtiyaç olmadığından su tutan taşlı ve kireçli toprak susam için uygun değildir. Susam yetiştirme koşulları için ideal sıcaklık 25°C olup, soğuğa karşı dayanıklı bir bitki değildir. Hasat için kapsüllerin tamamen kuruması gerekir (Şekil 2.2), nemli susam kapsülleri bozulmaya sebep olur. Bu yüzden hasat sonrasında nemden arındırılmış ortamda depolanması gerekir (Kahyaoğlu, 2005; Şahin, 2014).



Şekil 2.2. Hasat edilen susam bitkileri (Batu ve Batu, 2020)

Dünya susam üretimi 2020 yılında 6,8 milyon ton olarak belirlenmiş olup, üretimin %50'si ni Asya, %44' nü Afrika, %4'nü Amerika ve kalanını diğer kıtalar oluşturur. Sudan, Myanmar, Tanzanya, Hindistan, Nijerya, Çin, Burkino Faso, Etiyopya, Çad, Güney Sudan, Uganda, Mozambik, Brezilya ve Pakistan susam üret en ülkeler arasında yer alır. Türkiye ise 18.648 ton susam üretimi ile dünyada otuz birinci sıradadır. Ülkemizde susam üretimi en fazla Ege bölgesinde olup, sırayla Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgesi takip etmektedir. Türkiye'de susam üretiminden alınan verim ortalama olarak 70 kg/dekardır. Antalya ili 84 kg/dekar verim ve 4.769 ton (%27) üretim ile ilk sırada yer alır ve bunu sırasıyla Manisa, Uşak ve Muğla takip etmektedir (ATB, 2022). Türkiye susam üretimi 2023 yılında 16.190 ton ve 2024 yılında ise 14.439 ton olarak belirlenmiş olup, her geçen yıl üretimde azalma olduğu tespit edilmiştir (TÜİK, 2024). Günümüz susam üretimi 1990 yılları ile kıyaslandığında %50'den fazla düşüş gerçekleşmiş, yerli üretim tüketimi karşılayamadığından Türkiye ithalatçı konumuna geçmiştir. Bu sebeple 2023 yılında 215.000 ton susam ithalatı yapılmıştır. Bu ithalatın %78'lik kısmını oluşturan ülkeler arasında Çad (%28), Sudan (%21), Brezilya (%15), Nijerya (%9) ve Pakistan (%5) yer almaktadır (TGDF, 2024) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Türkiye'ye ithal edilen susamın ülkelere göre dağılımı (TGDF, 2024)

Genellikle susam tahin üretiminde kullanılır. Tahin ise tahin helvası üretiminde değerlendirilir. Bunun yanı sıra susam simit, pasta, çörek gibi atıştırmalıklarda süsleme amaçlı da kullanılır (Akçaözoğlu ve Aliğaoğlu, 2019). Kavrulmuş fındık tadı ve sağlık açısından faydası ile susam yaygın olarak tüketilmektedir (Shyu ve Hwang, 2002). Bol miktarda triptofan ve metionin içeren %20- 30 protein profiline sahiptir (Ujong ve Emelike, 2023). Ayrıca susam yaklaşık %45-55 oranında yağ içermekte olup, bunun

%80'i doymamış linoleik asit ve oleik asittir (Namiki, 2007). Susam tohumu folik asit, tiamin, B1 ve B6 vitaminleri, çinko, magnezyum, demir, kalsiyum bakımından zengindir. Beslenme ve sağlık açısından bağışıklık sisteminin düzgün çalışması için kemik ve kas dokularının onarımında fayda sağlamaktadır (Onur, 2017). Yüksek miktarda oleik asit içermesinden dolayı iyi huylu ve kötü huylu kolesterolü dengeleyerek kalp-damar hastalıklarının azalması ve kansere karşı kalkan oluşmasında aktif rol oynamaktadır (Jasad, 2020).



Şekil 2.4. Farklı renklerde susam tohumu çeşitleri (Onur, 2017).

Çoğunlukla beyaz renkli olan susam tohumlarının kahverengi, siyah ve sarı olmak üzere farklı türleri bulunur (Şekil 2.4). Türkiye’de yetiştirilen susam tohumlarının yaklaşık %48,9’u kahverengi, %30’u sarı ve geriye kalan kısmı da beyaz renklidir (Şahin, 2014). Cinsine, yetiştirilme şartlarına ve çevre koşullarına göre susam tohumunun yağ oranı, protein oranı, renk ve boyutu değişebilmektedir. Ayrıca hasat zamanı da susamın yağ oranında önemli bir rol oynamaktadır (Özdemir, 2001; Başdoğan, 2016). Genellikle kabuğu koyu renkli susam tohumunun açık renkli tohuma göre yüksek protein ve düşük yağ içerdiği belirlenmiştir (Koca, 2007). Bunun sebebi ise koyu renkli susam tanelerinin kabuklarının açık renkli susam tanelerine göre daha kalın olmasıdır. Benzer sonuçların ortaya çıktığı bir çalışmada, Namiki (1995) beyaz renkli susam tohumlarının yağ oranını %55 olarak belirlerken, siyah renkli olan tohumların yağ oranını %47,8 olarak tespit etmiştir. Bunun yanı sıra, Tenyang ve ark. (2017) kahverengi ve beyaz susam tohumlarının kimyasal bileşimlerini incelemiş, kahverengi susamın kabuğunun kalın olmasından dolayı yağ oranı beyaz susama göre düşük olarak belirlemiştir (Tablo 2.1). Ayrıca kahverengi susam tanelerinin kül oranının beyaz susam tanelerinden yüksek olması da bu sonucu desteklemektedir.

Tablo 2.1. Beyaz ve kahverengi susam tohumlarının kimyasal bileşimleri (Tenyang ve ark., 2017)

Örnek	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Kahverengi Susam	2,82	6,03	23,11	49,63
Beyaz Susam	6,25	4,62	22,3	52,9

Susam kabuğu oksalik asit ve kalsiyum açısından zengindir. Oksalik asit vücutta kalsiyum ile birleştiğinde kalsiyum oksalat tuzu oluşturur ve sağlık açısından zararlıdır, dolayısıyla kabuğun uzaklaştırılması gerekmektedir (Başdoğan, 2016). Susam kabuğu genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir (Akçaözoğlu ve Aliğaoglu, 2019).

2.2. Tahin ve Özellikleri

Tahin, kabuğu ayrıldıktan sonra kavrulan susam tohumlarının öğütülmesiyle elde edilmektedir. Susam ezmesi olarak da bilinen tahin tek ya da bazı gıdalara ilave edilerek tüketilmektedir. Ayrıca helva yapımında ana hammadde olarak kullanılmaktadır (Akbulut ve Çoklar, 2008). Farklı bölgelerde tahineh, tahini, benne, simsim, gingelly ve tehina olarak adlandırılmakta olup, Orta Doğu, Çin ve Akdeniz ülkelerinde yerel bir yiyecek olarak kullanılmaktadır (Özcan ve Akgül, 1994). Bunun yanı sıra, Orta Doğu ülkelerinde tahin haşlanmış nohut ya da patlıcan ile karıştırılarak humus ve baba ganouj gibi kültürel yiyeceklerin elde edilmesinde kullanıldığından tüketimi oldukça yaygındır (Akkaya, 2023).

Susam tohumunun tahine işlenmesiyle ürün bileşiminde değişiklikler meydana gelmektedir. Tablo 2.2.'de Konya'da üretilen tahin ile susam tohumunun kimyasal bileşim değerleri gösterilmektedir (TürKomp, 2024). Susamın tahine işlenmesiyle su içeriği %4,41'den 0,29'a, kül değeri %5,68 den 2,95'e ve lif değeri %19,88'den %12,78'e düşmektedir. Ancak protein oranı %16,81'den 20,62'ye, yağ oranı %51,20'den 60,40'a ve karbonhidrat oranı %2,01'den 2,96'ya artmaktadır. Doymuş ve doymamış yağ oranlarında da artış gözlemlenmektedir. Susam tahine dönüşürken kabuk soyma ve kavurma işlemi gibi işlemlere tabi tutulduğundan kimyasal bileşimini etkilemektedir; su içeriği, kül ve lif oranı azalmakta olup, protein, yağ ve karbonhidrat oranı ise artmaktadır.

Tablo 2.2. Konya’da üretilen tahin ile susam tohumunun kimyasal bileşim değerleri (TürKomp, 2024).

Bileşenler (%)	Tahin	Susam
Su	0,29	4,41
Kül	2,95	5,68
Protein	20,62	16,81
Yağ, toplam	60,40	51,20
Karbonhidrat	2,96	2,01
Lif, toplam diyet	12,78	19,88
Yağ asitleri, toplam doymuş	12,819	6,020
Yağ asitleri, toplam tekli doymamış	21,907	17,791
Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış	22,872	16,661

Tahinin Türk Gıda Kodeksi’ne (TGK) göre özellikleri Tablo 2.3’de belirtilmiştir (TGK, 2015). Tahin tebliğine göre tahinin yağ oranı %50’nin, protein oranı ise %20’nin altında, nem oranı %1,5’in, kül oranı ise %3,2’nin üstünde olamaz. Ayrıca son üründe acılaşıma olmamalıdır. Susamın kavrulmasından kaynaklı acılık olup olmadığı kreis testiyle analiz edilir. Floroglusin epoksi aldehitlerle verdiği renk reaksiyonuna dayanılarak belirlenir (Serim, 1991). Floroglusin indikatörü ile koyu pembe veyakırmızı-pembe renk varlığı acılaşımanın varlığını gösterir. Ülkemizde üretilen tahin ürünlerinin bileşim özellikleri TGK Tahin Tebliği’ndeki ürün özelliklerini karşılamak zorundadır ve bu değerlerin dışında üretilen tahin ürünleri aykırılık teşkil etmektedir.

Tablo 2.3. Türk Gıda Kodeksi tahin özellikleri (TGK, 2015).

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

2.3. Geleneksel Tahin Üretimi

Geleneksel tahin üretimi eleme, suda bekletme, kabuk soyma, tuzlu suda bekletme, durulama ve santrifüj, kavurma, havalandırma, öğütme, ambalajlama ve depolama aşamalarından oluşur (Karakahya, 2006) (Şekil 2.5). Hammadde olarak yerli

susam kullanılmakta olup, susam üretimi ülke ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmadığından ithal susam da kullanılır (TGDF, 2024). Öncelikle geleneksel tahin üretiminde susam taneleri eleme işlemine tabi tutulup sonra yıkamaya gönderilir. Eleme işlemiyle susam tohumu içindeki yabancı ve kaba kirliliklerin susamdan uzaklaştırılması sağlanır. Eleme işlemi sonrası susam taneleri yaklaşık olarak 5-15 saat aralığında suda bekletilir. Bu saat aralığı susam tanelerinin suyu gereken oranda absorbe etmesine ve şişmesine bağlı olarak değişir (Karakahya, 2006; Çiftçi, 2008; Çavuşoğlu, 2017). Suda bekletme işlemi sonrası taneler helezon yardımıyla kabuk soyma makinesine (kopanistör) aktarılır. Kapasitesine göre haznesine ürün alır, ayarlanabilen bir hızla dönerek içindeki çarpıcı paletlerin yardımıyla susam tanelerinden kabukların gevşetilerek ayrılmasını sağlar. Burada taneler ile kabuk arasındaki yoğunluk farkından yararlanılarak %100'e yakın bir kabuk soyma işlemi gerçekleşir (Solverkimya, 2013). Kabukların ayrılmasını kolaylaştırmak için %14'lük tuz konsantrasyonu ile tuzlu suda bekletme işlemi yapılır. Bu sayede yoğunluğu düşük olan yağ içeren susamlar su yüzeyine çıkarken kabuklar havuzun dibinde toplanır. Susam tanelerinin su yüzeyinden toplanması kolaylaşmış olur. Susam tanelerinin tuzlu suda beklemesinden sonra absorbe etmiş olduğu tuzu uzaklaştırmak için su ile yıkama yapılır. Susam üzerindeki suyu uzaklaştırmak için santrifüj işlemi gerçekleştirilir ve fazla su uçurulur (Çiftçi, 2008; Batu ve Elyıldırım, 2009). Kabuk oranı fark etmeksizin susam taneleri suda yıkama sonrası yüksek oranda su içerir. Bu şekilde öğütme işlemi gerçekleşmesi mümkün olmadığından tanelerde su oranı en az % 3-5 aralığında kalana kadar kavurma işlemine tabi tutulur (Solverkimya, 2013). Islak ve kabuğu alınmış susam taneleri döner fırında, buhar kazanında ya da otomatik kavurma makine sinde 3-4 saat boyunca 100- 150°C sıcaklıkta kavrulur. Bu süre ve sıcaklık susamın türüne göre değişkenlik gösterir. Kavurma işlemi sonrası susam taneleri geniş tezgahlarda oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Soğuma sonrası son ürün olan tahin için öğütme aşamasına geçilir ve susam taneleri ağızda pütür bırakmayacak homojenlikte öğütülür. Öğütme işlemi değirmende genellikle 2 ya da 3 aşamalı olarak dakikada yaklaşık 2000 devirle dönen zımpara taşı kullanılarak kalından inceye doğru kademeli gerçekleştirilir. Son ürün plastik veya cam kavanozlara dolum gerçekleştirilerek ambalajlanır ve depolara sevk gerçekleştirilir (Karakahya, 2006; Çiftçi, 2008).



Şekil 2.5. Geleneksel tahin üretim basamakları (Karakahya, 2006)

Bazı firmalar tahinde beklemeye bağlı meydana gelen yağ fazı ayrılmasının önüne geçmek için son aşamada lesitin veya monogliserit ve digliserit gibi emülgatörleri son ürüne ekleyebilmektedir. Bu emülgatörler sürfaktan (yüzey gerilimini azaltıcı) etki gösterdiğinden yağ fazın ayrılmasını engellemektedir (Solverkimya, 2013). Yapılan bir araştırmada, Aloui ve ark., (2016) susam bazlı helvada yağ tutulumunu optimize etmek için üretim hattında soya lesitini ve monogliserit ilave etmişlerdir. Emülsiyon kararlılığı emülgatör konsantrasyonunun artması ile artarken, üründe renk ve doku özelliklerinin korunduğu tespit edilmiştir. Ancak TGK Tahin Tebliği'ne göre emülgatör kullanımı uygun değildir. Tahin Tebliği'ndeki tahin tanımı %100 susamdan üretilen mamül ürün olarak ifade edildiği için herhangi bir katkı kullanımını kodekse aykırı üretime sebep olur.

2.4. Bozkır Tahini Üretimi

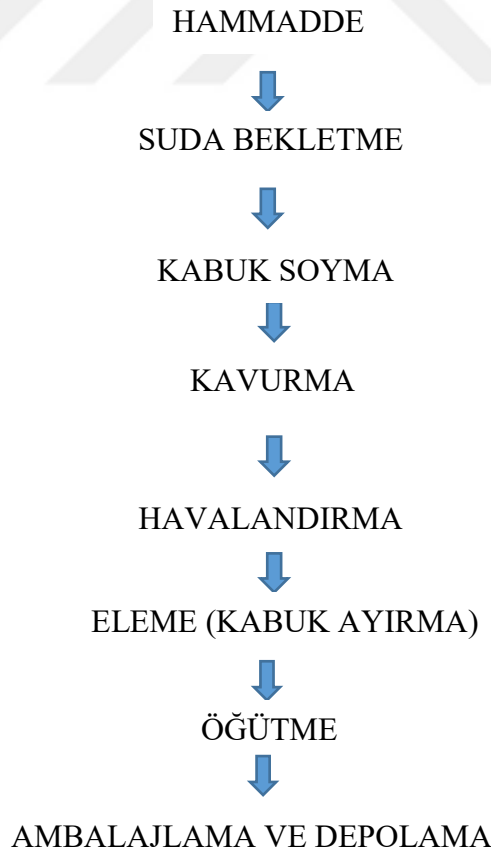
Bozkır tahininin geçmişi 16. yüzyılda Çarşamba çayı kenarındaki un değirmenlerinin zamanla Manavgatlı yörüklerin getirdiği susam tanelerini öğütmesine

dayanmaktadır (TPK, 2021). Günümüzde de Konya ilinin Bozkır ilçesi sınırları içerisinde susam üretimi mevcut olmadığı için hammadde dışardan temin edilmektedir. Üretim yöntemi Bozkır ilçesi içinde gerçekleşmesinden dolayı 2021 yılında Mahreç işareti olarak Türk Patent Kurumu tarafından tescillenmiştir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Bozkır tahini mahreç işareti (TPK, 2021)

Bozkır tahini üretiminde Manavgat bölgesinden temin edilen yerli susam ya da Sudan, Etiyopya, Myanmar vb. Afrika ülkelerinden ithal susam kullanılmaktadır. Mahreç işaretli Bozkır tahini üretim basamakları suda bekletme, kabuk soyma, kavurma, havalandırma, eleme, öğütme, ambalajlama ve depolama aşamalarını içermektedir (TPK, 2021) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Mahreç işaretli Bozkır tahini üretim basamakları (TPK, 2021)

Bozkır tahini üretiminde ilk aşamada susam taneleri suda bekletilir (Şekil 2.8). Şişmesi sağlanan susam tanelerinin kabuklarının soyulmasını kolaylaştırır (Hizaroğlu, 2013). Suda bekletme süresine tanenin suyu absorbe etme durumuna göre karar verilir. Susamın su tutma kapasitesi cinsine, kabuk durumuna ve büyüklüğüne göre değişebilmektedir. Bazı susam taneleri suyu kolay absorbe ederken bazılarının çok uzun sürmektedir. Genel olarak 24-36 saat aralığında suda bekletilir (Çiftçi, 2008).



Şekil 2.8. Bozkır tahini üretiminde suda bekletme işlemi

Suda bekletme işlemi sonrası susam kabuklarını ayırma işlemi uygulanır (Şekil 2.9). Bozkır tahini üretiminde kabuk ayırma oranı kepekli ya da kepeksiz susamdan olmasına göre değişkenlik gösterir. Bozkır tahini üretiminde kabuk ayırma işleminde 10-15 dakika aralığında santrifüj (120 rpm) işlemi uygulanır. Kepekli Bozkır tahini üretimi için susam tanelerinin en az %50 kabuk ayrılmış olması gerekirken, kepeksiz tahinde %100'e yakın kabuk ayrılır. Bozkır tahini üretiminde tuzlu suda bekletme işlemi yapılmaz. Sadece suda bekletme ve durulama işlemleri uygulanır (TPK, 2021).



Şekil 2.9. Bozkır tahini üretiminde kabuk soyma işlemi

Bozkır tahininin en önemli aşamalarından birisi kavurmanın şeklidir (Şekil 2.10). Bozkır tahininin aroması ardıç odunu ya da peleti kullanılarak kavrulmasından kaynaklıdır. Kavurma işlemi 2,5-3 saat süre ile 120-150°C’de ardıç odunu ile fırınlarda ya da ardıç odunu peleti kullanılarak tambur kazanlarda uygulanır. Böylece susam tanelerinin taş değirmende öğütülmesi kolaylaşırken, ardıç odununun kullanımından kaynaklı aromanın tahine geçmesi ile geleneksel lezzetin oluşması sağlanır (TPK, 2021).



Şekil 2.10. Bozkır tahini üretiminde uygulanan kavurma işlemi

Kavurma işlemi sonrası teknelere alınan susam taneleri 10-15 dakika boyunca manuel olarak kürek yardımıyla karıştırılarak havalandırma işlemi gerçekleştirilir ve oda sıcaklığına inmesine sağlanır. Böylece tahine acılık veren uçucu bileşiklerin azalması ve susam tanelerinin e lek için uygun sıcaklığa düşürülmesi sağlanır (Çiftçi, 2008; Batu ve Elyıldırım, 2009; Başdoğan, 2016). Bozkır tahini üretim yönteminde eleme işlemi havalandırma sonrasında uygulanır. Bu aşamada eleme işlemi titreşimli elek sisteminde (vibrasyon teknolojisi) sıralı eleme yapılarak gerçekleştirilir (Şekil 2.11). Eleklerin farklı gözenek genişlikleriyle istenilen kapasiteye uygun tane ve tozun ayrılması sağlanır. Öncelikle tozlar vakumla çekilerek dışarıya atılır. İri taneler ve istenmeyen maddeler elek

üstünde kalarak ayrı bir yerde toplanır. Sırasıyla önce susam kabukları daha ince elekten elenerek bir haznede toplanır ve en son öğütülecek susam taneleri elenerek son ürün elde edilir (Özcan ve ark., 2023).



Şekil 2.11. Bozkır tahini üretiminde kullanılan titreşimli eleme sistemi

Bozkır tahini üretim yönteminde öğütme işlemi taş değirmende yaklaşık olarak 50 rpm’de yapılır (Şekil 2.12). Aksi takdirde yüksek devirle dönen değirmen taşı susam tanelerinin çok fazla ısınarak yanmasına sebep olur (Çiftçi, 2008; Batu ve Batu, 2020).



Şekil 2.12. Bozkır tahini üretiminde öğütme aşaması

Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen ürünler kepek oranına göre etiketlenir, PET (Polietilen tereftalat) malzemeden üretilmiş paketlenme malzemelerine yerleştirilir (Şekil 2.13). Herhangi bir katkı maddesi ilavesi olmadan dolmaları gerçekleştirilir. Değirmenden çıkan ürünün yağ oranı yüksek olup macun kıvamındadır ve son ürün tahin olarak adlandırılmaktadır (Özcan ve Akgül, 1994; TPK, 2021). Son ürün oda sıcaklığında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$) şekilde kuru, serin ve güneş görmeyen ortamda yaklaşık 2 yıl süre ile depolanır.



Şekil 2.13. Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen ürün ambalajlama aşaması

2.5. Tahin Üretim Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Ülkemizde tahin üretiminde geleneksel ile Bozkır üretim yöntemleri kullanılmakta olup, karşılaştırıldığında üretim aşamalarında farklılıklar olduğu görülmektedir (Karakahya, 2006; Çiftçi, 2008; TPK, 2021). Geleneksel tahin üretiminde eleme işlemi ilk aşama olarak suda bekletme işleminden önce yapılırken, Bozkır tahini üretiminde eleme işlemi öğütme işleminden önce uygulanmaktadır. Geleneksel tahin üretiminde kabuk soyma işleminden sonra tuzlu suda bekletme yapıldığından, durulama ve santrifüj uygulanmaktadır. Bozkır tahini üretiminde ise bu aşama olmadığından kabuk soyma işleminden sonra susama direk kavurma işlemi uygulanmaktadır. Endüstriyel ölçekteki üretimlerde bazı işletmeler tuzlu su ile yıkama ve durulamadan sonra kireçli suyla yıkama işlemi de uygulamaktadır. Bu işlemin amacı susamın daha gevrek ve daha beyaz renge ulaşmasını sağlamaktır. Bozkır tahini üretiminde kepekli ve kepeksiz olmak üzere iki çeşit üretim gerçekleştirilmektedir. Ancak kepekli ve kepeksiz susamdan olan iki üretim çeşidinde de susamın belli oranda kabuklu olmasına dikkat edilmektedir. Geleneksel tahin üretiminde susam kabuklarının tamamen alınması gerekmektedir. Bu nedenle tuzlu suda bekletme işlemi uygulanmaktadır. Bozkır tahini üzerinde kabuk

barındıran susamdan elde edildiğinden daha koyu bir renge sahiptir. Susamların kavrulması aşamasında geleneksel yöntemle üretimde tamburlu kavurma kazanları kullanılırken Bozkır tahininde odun ateşli taş fırın ya da tamburlu kazan kullanılmaktadır. Bozkır tahininde tahinin kendine has kokusu ardıç odunuyla verilmektedir. Bu yüzden odun ya da pelet olarak ardıç ağacı kullanılmaktadır. Kavurma işlemi sonrası geleneksel yöntemde zımpara taşlı öğütücülerde öğütme gerçekleştirilir. Bozkır tahini kavurmadan sonra eleme işlemine tabi tutulur sonrasında öğütme taş değirmenlerde gerçekleştirilir. Öğütülen tahin iki üretim yönteminde de gıdaya uygun ambalajlara konularak paketlenir. Oda sıcaklığında 24 ay raf ömrüne sahiptir (Çiftçi, 2008; Güneşer, 2009; Batu ve Elyıldırım, 2009; TPK, 2021).

2.6. Tahin Kalite Özelliklerini Etkileyen Parametreler

Tahin üretiminde kabuk ayırma, kavurma ve öğütme işlemlerinin yanı sıra hammaddenin de kalite özelliklerine etkisi bulunmaktadır. Susam tanelerinin özellikleri son ürün olan tahin için önemli bir etkidir. İşleme sırasında susamdaki besin değerleri daha çok ortaya çıkmaktadır, bu sebeple tahinin besin değerinin susama oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Güven ve ark., 2007; Batu ve Batu, 2020). Artık ve ark., (2007) 3'er çeşit Sudan menşeli ithal susam ve 3'er çeşit Adana menşeli yerli susam kullanarak yaptıkları çalışmadan ürettikleri tahin örneklerinin nem oranlarında farklılık olmadığını belirlerken, kül miktarının yerli susamdan üretilen tahinde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Yerli susam türünün kalın ya da ince kabuklu olması, açık ya da koyu renkli olması önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra yağ oranı yerli susam örneklerinden üretilen tahin örneklerinde daha fazla olduğu belirlenmiş olup, susamın yetiştirilme koşullarındaki farklılık sebep olarak gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada geleneksel tahin üretiminde en yüksek absorpsiyon için suda bekletme süresi, en iyi kabuk soyma için tuzlu su oranı ve tuzdan arındırma için kireç konsantrasyonu sırayla ithal susam için 6 saat, %16 ve %0,1 olarak belirlenirken, yerli susam kullanıldığı zaman 12 saat, %14 ve %0,1 olarak tespit edilmiştir. Kavurma sıcaklığı olarak 100, 130 ve 150°C uygulanmış ve sıcaklık artışıyla kavurma süresinin kısaldığı görülmüştür. Bu sebeple hem ithal hem yerli susam örnekleri için ideal kavurma sıcaklığı 130-150°C aralığında belirlenmiştir. Bunun yanı sıra renk değerlerinde ithal yerli susamdan üretilmesi fark etmeksizin 130-150°C'de kavurma işleminde sıcaklık arttıkça sadece +b değerinde yüksek sonuç bulunmasına sebep olmuştur. Aynı zamanda kavurma sıcaklığı arttıkça L* değeri 0'a yaklaşarak daha koyu renkli tahin elde edilmiştir. Yapılan diğer bir araştırmada (Koçak, 2024), 21 farklı

yerli ve ithal tahin numuneleri incelendiğinde bileşim özelliklerindeki farklılıkları sırayla şu şekilde tespit edilmiştir; %44,8-62,3 yağ, %20,5-26,5 protein, %1,7-3,0 kül, %0,2-0,8 nem ve %13,6-29,4 karbonhidrat.

Susam tanesinin kabuk oranı yaklaşık olarak %20 civarındadır. Tahin üretimi sırasında susam kabukları üretim yöntemine göre belirli oranlarda uzaklaştırıldığından susamdan %80 verimle son üründe edilmiş olur (Çavuşoğlu, 2007). Geleneksel yöntem kullanılarak üretim yapılan tahin işletmelerinde susamın kabuk oranını düşürmek için tuzlu su kullanılmaktadır. Ancak tuzlu su kullanımı son üründe tuz miktarının yüksek çıkmasına sebep olmaktadır. Yapılan bir çalışmada 11 çeşit tahin örneği incelendiğinde tuz oranlarının %0,22-0,69 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Özcan ve Akgül, 1994). Benzer bir çalışmada, ithal ve yerli susamdan elde ettikleri tahin örneklerinin tuz oranlarını araştırdıklarında yerli susamdan üretilen tahinde en yüksek tuz oranı %1,27 olarak belirlemişlerdir (Artık ve ark., 2007). Buna sebep olarak yerli susam tanelerinin kalın kabuklu olması ve kabuk soyma işlemi için tuzlu suda bekletme süresinin uzun olmasından kaynaklı olduğu sonucuna varılabilir. TGK Tahin Tebliği'ne göre tuz varlığı kodekse aykırılık teşkil eder (TGK, 2015). Aynı zamanda susamın kabuklarının alınması ile yağ oranının arttığı, kül oranının azaldığı, protein miktarının arttığı yapılan çalışmalarda görülmüştür (Özcan ve Akgül, 1994; Akbulut ve Çoklar, 2008; Çavuşoğlu, 2017).

Tahin üretiminde kaliteye etki eden en önemli basamaklardan biri kavurma aşamasıdır. Kavurma işleminin yöntemi, sıcaklık derecesi ve süresi son üründe istenen lezzet ve renk için önemlidir. Kavurma işlemi yağlı susam tohumlarında hücre duvarında gözenekler oluşturup yağın ekstraksiyon verimini artırıp, kolay hareket etmesini sağlar (Zhang ve ark., 2021). Tahin üretiminde farklı kavurma yöntemleri uygulanmaktadır. Ülkemizde genellikle döner tambur kazanlarda kavurma gerçekleştirilmekte olup bizim örneklerimizde hem tambur kazanda hem de odun ateşinde kavurma işlemi uygulanmaktadır. Yapılan bir çalışmada, buhar, vakum, sıcak plaka ya da sıcak hava ile kavurma yöntemleri karşılaştırıldığında sıcak hava ile kurutma yöntemi (130 °C ve 1 saat) uygulanan tahin örneklerinin B grubu vitaminler ile Mg, K, Zn, Fe, niasin ve esansiyel aminoasitler bakımından diğer yöntemlerle kavruan örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (El-Adawy ve Mansour , 2000). Kavurma işleminin susam taneleri ne mikrobiyolojik yönden de pozitif etkileri bulunmaktadır. Yapılan bir araştırmada *Salmonella* aşılansız susam tanelerine kavurma işlemi için ideal kavurma sıcaklığı ve süresi tespit edilmiştir. Buna göre 110°C ve 60 dk, 130°C ve 50 dk, 150°C ve 30 dk

kavurma sıcaklığı ve süresi susam tanelerindeki *Salmonella* miktarını istenilen seviyeye düşürmüştür (Torlak ve ark., 2013).

Tahin üretiminde homojen bir yapı sağlanabilmesi için öğütme işlemi önemli bir rol oynar. Ancak döner taşların hızlı olması yanık tat gibi olumsuz sonuçlar doğurur. Bu sebeple endüstride çoğunlukla iki kademeli öğütme işlemi gerçekleştirilmekte olup, sürtünmeden kaynaklı olarak artan sıcaklığın 80°C'yi geçmemesi gerekir. Modern değirmenlerde öğütme işleminde soğutma sistemleri kullanılmaktadır (Batu ve Batu, 2020). Sıcaklık tahin reolojisini de kıvam, kararlılık ve renk bakımından etkilemektedir. Yapılan bir araştırma da tahin örneklerinin 5-45°C sıcaklık aralığında reolojik özellikleri incelenmiş, akış eğrileri değerlendirilmiştir. Newtoncu olmayan psödoplastik ($n < 1$) bir gıda ürünü olarak belirlenmiş olup, üs yasası modelinin tahinin akış eğrilerine en uygun model olarak belirlenmiştir. Hem azalan hem de artan kayma hızlarında kıvam katsayısı (m) sıcaklıkla azalırken, akış davranış indeksi (n) sıcaklıkla artmıştır (Abu-Jdayil ve ark., 2002). Benzer bir sonuçta tahin örneklerinin 20 ile 70°C arasında 6 farklı sıcaklıkta, 0,13-500 s⁻¹ kayma hızları arasında değerlendirilmiş, artan kayma hızıyla viskozitenin azaldığı tespit edilmiş olup, psödoplastik davranış sergilemiştir (Lokumcu, 2000). Ek olarak, Kahyaoğlu (2005) 5 ve 25°C'de tahin numunelerinin psödoplastik davranış sergilediğini tespit etmiş olup, görünür viskozitelerinin iki sıcaklık için de kayma hızının artmasıyla azaldığını belirlemiştir. Yapılan bir çalışmada ultrases işleminin tahindeki faz ayrımı ve reolojik özelliklerine etkisi incelenmiş, uygulanan örneklerin kıvam katsayılarının doğru orantılı olarak arttığını gözlemlemiştir. Ayrıca örneklerin n değerlerini 0-1 aralığında belirlemiş olup, böylece örneklerin Newtoncu olmayan akış davranışı sergilediğini göstermiştir. Şiddet ve süre artışı ile n değerinde azalma gözlemlemiştir. Bunun sebebi ise ultrases uygulanan örneklerin deformasyonla birlikte Newtoncu olmayan akış özelliğine yaklaşmasıdır. Bu çalışmaların yanı sıra farklı tahin konsantrasyonları (%40, 50, 60) ve farklı sıcaklıklarda (25, 35, 40, 50°C) pekmez, bal ve şeker şurubu kullanılarak hazırladıkları karışımların reolojik özellikleri belirlenmiştir (Tomruk ve ark., 2018). Bu örneklerde tahin/pekmez karışımı akış davranışı Power modeli ile ifade edilirken tahin/bal ve tahin/şeker şurubu karışımları Bingham plastik modeline uydu n olduğu belirlenmiştir. Kıvam indeksi sıcaklığın yükselmesi ile azalırken, karışımlardaki tahin oranının artışı ile yükselmiştir. Yapılan bir çalışmada değişen pekmez konsantrasyonları ile tahin karışımlarının reolojik özelliklerinin ölçülmesiyle pekmez konsantrasyonunun artmasıyla viskozite değerinin düştüğü tespit edilmiştir (Alpaslan ve Hayta, 2002). Yine farklı pekmez konsantrasyonu eklenen tahin-pekmez karışımlarının incelendiği bir

çalışmada viskozitenin artan sıcaklıkla beraber azaldığı gözlemlenmiştir (Arslan ve ark., 2005).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bozkır Tahini Üretiminde Kullanılan Parametreler

Farklı işleme parametrelerinin uygulandığı 8 adet Bozkır tahini ve 1 adet beyaz tahin örneği Konya'nın Bozkır ilçesinde faaliyet gösteren Bozkır tahini üreten farklı işletmelerden temin edilmiş olup bu örneklerin üretiminde kullanılan parametreler Tablo 3.1'de listelenmiştir. Tahin örnekleri ithal ya da yerli susamdan üretilmiş olup, suda bekletme süresi, kabuk ayırma oranı, kavurma yöntemi, süresi ve sıcaklığı, havalandırma süresi, eleme kademesi, öğütme hızı ve depolama sıcaklığı her bir örnek için tabloda belirtilmiştir. İthal susam kullanılarak 5 farklı tahin üretimi yapılmış olup, 2 kepekli (KL1 ve KL2), 2 kepeksiz (KS1 ve KS2), 1 beyaz (BYZ) örnekt en oluşmaktadır. Yerli susam kullanılarak 4 farklı tahin üretimi yapılmış olup, 2 kepekli (KL3 ve KL4) ve 2 kepeksiz (KS3 ve KS4) örnekt en oluşmaktadır. KL1, KL2 ve KL4 örnekleri için kavurma süresi ve sıcaklığı 3sa-130°C, havalandırma süresi 30 dk, öğütme hızı 50 rpm ve depolama sıcaklığı 20°C'dir. KL3, KS1, KS2, KS3, KS4 örnekleri için belirtilen koşullar aynı olmakla birlikte havalandırma süresi 10 dk'dır. KL1, KL3, KS1, KS3 örneklerine odun ateşinde kavurma işlemi uygulanırken, KL2, KL4, KS2 ve KS4 örneklerinin kavurma işlemi kavurma kazanında yapılmıştır. Örneklerin suda bekletme süresi 6 ile 24 sa, kabuk ayırma oranı ise %0 ile %95 arasında değişmektedir. BYZ tahin örneğine hiçbir işlem uygulanmamış sadece 2700 rpm'de öğütme işlemi uygulanmıştır. Bütün örnekler 20°C'de depolanmıştır.

Tablo 3.1. Bozkır tahini üretiminde kullanılan parametreler

	Örnek	Susam türü	Suda bekletme süresi (sa)	Kabuk ayırma oranı (%)	Kavurma yöntemi, süresi ve sıcaklığı (sa-°C)	Havalandırma süresi (dk)	Eleme (kademe)	Öğütme hızı (rpm)	Depolama sıcaklığı (°C)
1	Kepekli 1 (KL1)	İthal	6	0	Odun ateşi 3 saat -130°C	30	4	50	20
2	Kepekli 2 (KL2)	İthal	12	60	Kavurma kazanı 3 saat -130°C	30	4	50	20
3	Kepekli 3 (KL3)	Yerli	24	65	Odun ateşi 3 saat -130°C	10	4	50	20
4	Kepekli 4 (KL4)	Yerli	12	50	Kavurma kazanı 3 saat -130°C	30	4	50	20

Tablo 3.1. Bozkır tahini üretiminde kullanılan parametreler (devamı)

	Örnek	Susa m türü	Suda beklet -me süresi (sa)	Kabu k ayır -ma oranı (%)	Kavurma yöntemi, süresi ve sıcaklığı (sa-°C)	Haval an -dırma süresi (dk)	Eleme (kademe)	Öğütme hızı (rpm)	Depolama sıcaklığı (°C)
5	Kepeksiz 1 (KS1)	İthal	12	85	Odun ateşi 3 saat -130°C	10	4	50	20
6	Kepeksiz 2 (KS2)	İthal	12	85	Kavurma kazanı 3 saat -130°C	10	4	50	20
7	Kepeksiz 3 (KS3)	Yerli	24	95	Odun ateşi 3 saat -130°C	10	4	50	20
8	Kepeksiz 4 (KS4)	Yerli	12	85	Kavurma kazanı 3 saat -130°C	10	4	50	20
9	Beyaz (BYZ)	İthal	-	-	-	-	-	2700	20

3.2. Kuru Madde Miktarı ve Kül Tayini

Kuru madde analizleri AOAC (2000) metodu kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.1). Darası alınan krozelere içerisine 5 g örnek tartılıp, 105°C sabit ağırlığa gelene kadar etüvde (Binder Drying and Heating Oven, ED -115, Almanya) suyun uçurulması işlemi gerçekleştirilmiştir. Etüvden çıkan örnekler desikatörde soğutulup tartım işlemi yapılmıştır. Kuru madde miktarı (%) Denklem 3.1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%Kuru Madde = \frac{(A3 - A1)}{(A2 - A1)} \times 100 \quad (3.1)$$

Denklem 3.1’de A1: Boş kroze ağırlığını, A2: Kurutma öncesi kroze ve numune ağırlığını, A3: Kurutma sonrası kroze ve numune ağırlığını ifade etmektedir.



Şekil 3.1. Kuru Madde Tayini

Örneklerin kül analizi ise AOAC (2000) metoduna göre yapılmıştır (Şekil 3.2). Analiz için boş krozeler kül fırınında (Nükleon, 21KF0443, 2021, Ankara) 600°C’de 1 sa yakılarak sabit tartıma getirilmiştir. Kroze lerin darası alınarak, içerisine 2 g örnek konulmuştur. Kroze içindeki örnekler e %96’lık etil alkol ile ön yakma işlemi uygulanmıştır. Krozelerdeki örneklere 900°C’de yaklaşık 3 sa süre ile kül fırınında yakma işlemi uygulanmıştır. Desikatörde soğutulan örnekler sabit tartıma gelip tartılarak kül miktarı (%) Denklem 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%Kül = \frac{(A3 - A1)}{(A2 - A1)} \times 100 \quad (3.2)$$

Denklem 3.2’de A1: Boş kroze ağırlığı nı; A2: Yanmadan önceki kroze + numune ağırlığını; A3: Yandıktan sonraki kroze + numune ağırlığını göstermektedir.



Şekil 3.2. Kül tayini

standart kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir. Her bir örnekten 15 gr şeffaf plastik ölçüm kabı içerisinde oda sıcaklığında (~20°C) ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Renk tayini

3.5. Viskozite Tayini

Tahin örneklerin in reolojik ölçümleri Haake Viscotester VT 550 (Haake Viscotester VT 550, Thermo Scientific, Almanya) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde konik uçlu eş merkezli silindir geometrisi SV DIN 53019/ISO 3219 kullanılmıştır (Şekil 3.5). Üç farklı sıcaklıkta (15 °C, 30 °C ve 45 °C) ölçümler yapılmış olup, sıcaklık kontrolü su banyosu ile sağlanmıştır. Tüm reolojik ölçümler iki tekrar halinde yapılmıştır. Kayma hızı $0,1-100s^{-1}$ arasında kademeli hızlar kullanılarak yavaştan hızlıya ve hızlıdan yavaşta her ramp çalışması için toplam 30 kayma gerilimi/viskozite ölçüm noktası içermektedir. Ölçüm verileri ile kayma hızına karşılık kayma gerilimi değerleri kullanılarak akış eğrileri çizilmiştir. Kayma gerilimi değerleri Denklem 3.4 ile belirlenmiştir. Akış davranış reolojik özelliklere ait parametreler Power Law model ve doğrusal olmayan regresyon kullanılarak tespit edilmiştir.

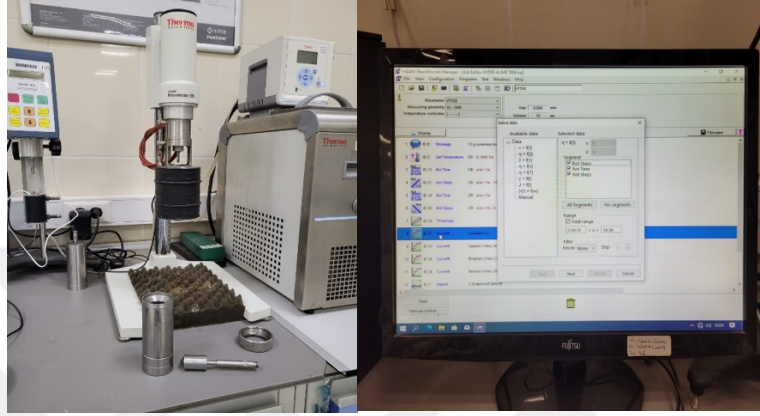
$$\tau = K\gamma^n \quad (3.4)$$

Denklem 3.4'te τ : kayma gerilimini (Pa), K : kıvam indeksi ($Pa.s^n$), γ : kayma hızını (s^{-1}) ve n : akış davranış indeksini göstermektedir. Akış davranış indeksi (n), kıvam indeksi (K) ve regresyon (R^2) değerleri tespit edilmiştir.

Sıcaklığın reolojik parametrelere etkisi ise Arrhenius denklemi (3.5) ile modellenmiştir.

$$\eta = K_0 e^{E_a/RT} \quad (3.5)$$

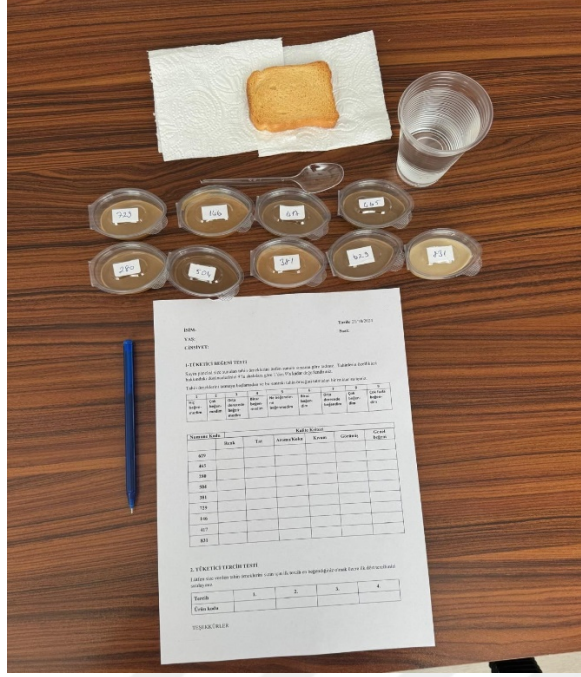
Denklem 3.5'te η : viskoziteyi (Pa·s), K_0 : Arrhenius sabitini (Pa·s), E_a : aktivasyon enerjisini (kJ/mol), R : gaz sabitini (8.314 J/mol·K) ve T : mutlak sıcaklığı (K) ifade etmektedir. Arrhenius sabiti (K_0), aktivasyon enerjisi (E_a) ve regresyon (R^2) değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 3.5. Viskozite tayini

3.6. Duyusal Analiz

Renk, tat, aroma/koku, kıvam, görünüş ve genel beğeni dahil olmak üzere 9 farklı tahin örneklerinin duyusal özellikleri 30 kişiden oluşan yarı eğitilmiş panelistler ile dokuz puanlık hedonik derecelendirme ölçeği (1: hiç beğenmedim ile 9: çok fazla beğendim) kullanılarak değerlendirilmiştir (Meilgaard ve ark., 2007). Örnekler rastgele kodlanarak, panelistlere kapalı şeffaf kaplar içerisinde, tadım kaşığı, etimek ve su eşliğinde sunulmuştur. Bunun yanı sıra tüketici tercih testi uygulanmış olup, 9 tahin örneğinden en çok beğendikleri ilk dört tercihlerini sıralamaları istenmiştir. Çalışmadaki duyusal değerlendirmede kullanılan form EK1'de sunulmuştur. Panelistlere panel öncesi duyusal analiz için gerekli olan tadım ile ilgili gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır.



Şekil 3.6. Duyusal analiz

3.7. İstatistik Analizleri

Analiz sonuçları ortalama \pm standart sapma olarak gösterilmiş olup, deneyler iki tekrar ve iki paralel olarak uygulanmıştır. JMP (ver. 13.0, SAS Institute, Cary, N.C.) paket programı ile %95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ürünler arasındaki farklılığı belirlemek için Tukey çoklu sıralama testi (Tukey's Multiple Range Test) uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinde Kuru Madde ve Kül Miktarına Etkileri

Farklı işleme parametrelerinin uygulandığı Bozkır tahin örneklerinin kuru madde değerleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir. TKG ürün özelliklerinde en fazla %1,5 olması gereken nem oranının çalışmamızla uyumu ve farklı üretim tekniklerinin örneklerin kuru madde değerine etkileri incelenmiştir. En yüksek kuru madde miktarı %99,65 ile ithal susamın tambur kazanda kavrulup öğütülmesiyle üretilen ve %85 kabuk ayırma oranı olan KS2 tahin örneği olarak tespit edilmiştir. Sadece öğütme işlemi uygulanan %100 kabuksuz susamdan üretilen BYZ örneğinde en az kuru madde miktarı (%98,87) belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bunun sebebi ise sadece öğütme işleminin uygulandığı BYZ tahin üretiminde kullanılan susam tohumlarının ülkemize yıkama, kabuk alma ve az miktarda da olsa kavurma işlemlerinin uygulanmış şekilde ithal edilmesinden kaynaklanmaktadır. Yaptığımız çalışmada tahin örneklerinde kuru madde miktarı %99,65-98,87 aralığında belirlenmiş olup, Özcan (1993) yerli ve ithal olarak temin edilen susamdan geleneksel yöntemle elde ettiği tahin örneklerini incelediğinde kuru madde oranını (%98,53 - 99,61) tespit etmiştir. Yöntemlerde farklılık olsa da Özcan’ın (1993) çalışması ile yaptığımız çalışma kıyaslandığında kuru madde oranları aynı aralıkta elde etmiştir. Genel olarak tahin örneklerinde yüksek kuru madde oranına ulaşılmasının sebebi susamın kavurma ve öğütme aşamasında ısınmasından kaynaklanabilmektedir (Çavuşoğlu, 2017). Kabuk oranları %100 ile %35 arasında değişen kepekli tahin örneklerinin (KL1, KL2, KL3 ve KL4) kuru madde miktarlarında fark belirlenmemiştir ($p > 0,05$). Kepeksiz tahin örneklerinden KS1 ve KS3’ün suda bekletme süresi ve kepek ayırma oranı sırasıyla 12sa ve %85 ve 24sa ve %95’tir. KS3 örneğinde KS1 örneğine göre suda bekletme süresi uzun ve kepek ayırma oranı yüksek olsa da kuru madde miktarında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p > 0,05$). Bunun sebebi olarak farklı susam türlerinin kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kepeksiz tahin örneklerinden yerli susamdan üretilenlerden KS3 ve KS4’ün kuru madde miktarı sırasıyla %99,32 ve %99,12 olarak belirlenmiş olup, ithal susamdan üretilen örneklerle (KS1 ve KS2) benzer ya da düşük olduğu tespit edilmiştir. Kabuk oranı yüksek olan kepekli tahin örneklerinde kuru madde miktarı kepeksiz örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Akbulut ve Çoklar (2008) kabuklu ve kabuksuz susamdan üretilen tahin örneklerinin kuru madde oranını sırasıyla %98,15-98,86 olarak belirlemiştir. Bozkır tahin üretim yöntemi

kullanılarak üretilen bu örnekleri yaptığımız çalışma ile karşılaştırsak kuru madde miktarı bulduğumuz değerlerden biraz düşük çıkmıştır. Üretim şekli aynı olmasına rağmen ortaya çıkan fark hammadde olarak kullanılan susamın orijini, yetiştirilme şartları ve çevresel faktörlerden kaynaklanabilmektedir. Modifiye protein ilavesinin faz ayırma etkisinin incelendiği bir çalışmada, modifiye protein eklenmemiş tahin örneğinin kuru madde oranı %99,88 belirlenirken modifiye protein ilaveli örneklerin kuru madde oranları %99,58-99,89 olarak tespit edilmiş olup modifiye protein ilavesinin faz ayırma iyileştirirken kuru madde oranında değişikliğe sebep olmadığı belirlenmiştir (Gül ve ark., 2024). Ayrıca yaptığımız çalışmada tahin örneklerinin kuru madde oranları TGK Tahin Tebliği değerlerine de uyumlu çıkmıştır (TGK, 2015).

Tablo 4.1. Tahin örneklerinin kuru madde ve kül miktarı

	ÖRNEK	KURU MADDE (%)	KÜL (%)
1	KL1	99,63±0,04ab*	4,16±0,30a
2	KL2	99,64±0,01ab	3,95±0,15ab
3	KL3	99,48±0,02bc	3,25±0,38bcd
4	KL4	99,61±0,01ab	3,74±0,05abc
5	KS1	99,35±0,02c	3,06±0,09cd
6	KS2	99,65±0,04a	3,18±0,35cd
7	KS3	99,32±0,04c	3,01±0,14d
8	KS4	99,12±0,07d	3,07±0,33cd
9	BYZ	98,87±0,07e	2,59±0,48d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0,05).

Farklı işleme parametreleri kullanılarak, Bozkır tahini üretim yöntemi ile elde edilen tahin örneklerinin kül değerleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Tahin örneklerinin kül oranları TGK’ya ve işleme parametrelerinin etkisine göre değerlendirilmiştir. KL1 örneği %4,16 ile en yüksek, BYZ örneği %2,59 ile en düşük kül oranına sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Bu sonuca göre kül oranı en yüksek tespit edilen KL1 örneği kepekli tahin grubundan %100 kabuk oranına sahip odun ateşi ile taş fırında kavrulup öğütülen tahin olup en düşük kül oranı ise kabuksuz olarak yıkanmış az miktarda kavrulup ithal edilen sadece öğütme işleminin uygulandığı BYZ örneğidir. Akbulut ve Çoklar (2008) Bozkır tahini üretim yöntemi kullanarak kabuklu susamdan ürettikleri tahin ile geleneksel tahin üretim metoduyla ürettikleri tahin örneklerinde gerçekleştirdiği çalışmada kül oranını sırasıyla %4,12 ve %2,78 olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmada susam kabuklarının ayırma oranı incelendiğinde sırasıyla %40, %35, %50 kabuklu susamlardan üretilmiş olan KL2, KL3 ve KL4 tahin örneklerinin kül değerleri benzer olup %3,95; %3,25; %3,74 olarak ölçülmüştür (p>0,05). Susam oranı 100% olan

KL1 (%4,16) örneğinde kepekli tahin grubu içinde en yüksek kül oranına sahiptir; ancak KL2 ve KL4 örnekleriyle anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Kullanılan susam türleri ve kabuk oranları kül değerlerini önemli derecede etkilemektedir. Örneğin Hou ve ark. (2018) dokuz farklı tahin örneklerini değerlendirildikleri bir çalışmada kül değerlerini %4,50 ile %5,70 aralığında tespit etmişlerdir.

Kepeksiz tahin grubundan %85 ve üzerinde kabuk ayırma işleminin uygulandığı KS1 (%3,06), KS2 (%3,18), KS3 (%3,01), KS4 (%3,07), BYZ (%2,59) örneklerinin kül oranı incelendiğinde sonuçların benzer olduğu görülmüştür ($p>0,05$). Suda bekletme süresi ya da kavurma şekli kül oranını etkilememiştir. Hem kabuklu susamdan üretilen KL1, KL2, KL3, KL4 hem de kabuksuz susamdan üretilen KS1, KS2, KS3, KS4, BYZ örneklerinde yaptığımız çalışmada kül oranının hammadde türü ile ilgili olmadığı görülmüştür. TGK Tahin Tebliği'ne göre olması gereken kül oranı %3,2'dir. Yaptığımız bu çalışmada KL1, KL2 ve KL4 için sınır değer üzerinde çıkmıştır (TGK, 2015). Bu üç örnek incelendiğinde sırasıyla %100, %40 ve %50 oranlarında kabuklu susam kullanılarak üretilen tahinlerdir. Dolayısıyla susamın kabuk oranının kül değerini etkilediği sonucuna varılmıştır. Yapılan bir araştırmada, Adana'dan temin edilen yerli susam tohumlarından üretilen tahin de (10-14 saat suda bekletme, %10 -14 tuz konsantrasyonu, %10-20 kireç konsantrasyonu, 100-150⁰C kavurma) kül oranı en yüksek %4,05 ve en düşük %3,54 olarak belirlenirken, Sudan'dan ithal edilen susam tohumlarından üretilen tahin de (6-10 saat suda bekletme, %12- 16 tuz konsantrasyonu, 100-150⁰C kavurma) kül oranını en yüksek %3,4 en düşük %3,3 olarak tespit edilmiştir (Artık ve ark., 2007). Suda bekletme süresi ve kavurma sıcaklığı yaptığımız çalışmadaki tahin üretim parametrelerine benzer olsa da tuz ve kireç kullanımının kül oranında bir artışa sebep olduğu ve susamın orijini ile çevre ve yetiştirilme koşullarının etkisi ile yüksek kül oranları belirlenmiştir. Çavuşoğlu (2017) hammaddeden başlayarak tahinin üretim aşamalarında fiziksel ve kimyasal değişimleri incelemiş ve yaptığı analizlerde ham susamın kül oranını %5,70, kabuğu soyulmuş iç susamın kül oranını %2,87, kavrulmuş iç susamın kül oranını %2,83, kabukları alınmış ve kavrulmuş susamın öğütülmesiyle elde ettiği tahinin kül değerini %3,44 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmasıyla hem susam kabuğunun varlığının hem de kavurma işleminin kül oranını etkilediği sonucuna varılmıştır. Gül ve ark., (2024) faz ayrılmasını engellemek amacıyla ekledikleri modifiye edilmiş proteinlerin tahin örneklerinde meydana getirdiği fizikokimyasal değişimleri incelediği çalışmasında modifiye protein eklenmemiş örneğin kül oranı %2,81 olarak tespit edilmişken, modifiye protein ilave edilmiş örneklerin kül oranı da %2,84-2,89

aralığında belirlemiştir. Modifiye protein ilavesinin kül değerinde önemli bir değişiklik meydana getirmezken, faz ayrımını iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

Yaptığımız çalışmada tahin örneklerini incelediğimizde kabuksuz susamdan (%5-%15) üretilen tahin in (KS1, KS2, KS3, KS4, BYZ) TKG Tahin Tebliği kül değerine (<%3,2) uygun olduğu ancak kabuklu susamdan (%35-%100) üretilen tahinin (KL1, KL2, KL3, KL4) kül değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen tahindeki kül değerinin fazlalığı, susamın kabuk oranından kaynaklanmaktadır. Mahreç İşaretili Bozkır Tahini için kül değerinde Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği'nde insan sağlığına etkileri de incelenerek revizyona gidilmesi yerli üreticiler için bir kazanım olacaktır.

4.2. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinde Yağ Oranına Etkileri

Farklı işleme parametreleri kullanılarak, Bozkır tahini üretim yöntemi ile elde edilen tahin örneklerinin yağ oranları Tablo 4.2'de verilmiştir. Tahin örneklerinde farklı işleme parametrelerinin yağ oranına etkisi incelendiğinde en yüksek yağ değeri %63,99 ile %85 kabuk oranı ve yerli susam kullanılarak tambur kazanda kavrulan KS4, en düşük yağ oranı %50,07 ile %100 kabuklu ithal susam kullanılarak odun ateşinde kavrulan KL1 örneğinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kepekli tahin gurubu (KL 1, KL2, KL3, KL4) ile kepeksiz tahin grubu (KS 1, KS2, KS3, KS4) kendi aralarında karşılaştırıldığında kabuk oranı azaldıkça yağ oranı artmıştır. Kepekli tahinlerden KL1 (%50,07) ve KL2 (%53,67) örneği ithal susam, KL3 (%59,79) ve KL4 (%60,68) örneği yerli susamdan üretilmiştir. Bu örneklerden yerli susamdan üretilen tahinlerin yağ oranı ithal susamdan üretilenlerden yüksek ölçülmüştür. Ayrıca ithal ve yerli susamdan üretilenler kendi aralarında karşılaştırıldığında tambur kazanda kavrulan susamdan üretilen tahinlerin (KL2, KL4) yağ oranı odun ateşinde kavrulanlardan (KL1, KL3) yüksek tespit edilmiştir. İthal susam olup kavuma kazanında kavrulan KL2 (%53,67) ve KS2 (%55,34) örneklerinin yağ oranlarında benzerlik saptanmıştır ($p>0,05$). Özcan (1993) yerli ve ithal susam kullanarak yaptığı çalışmasında tahinin yağ oranını %46,90-%58,70 aralığında belirlemiş ve yağ oranı değişkenliğinin susam orijinine bağlı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Akbulut ve Çoklar (2008) kabuklu (%100) susamdan üretilmiş tahinin yağ miktarını %52,90 ve kabuksuz (%0) susamdan üretilen tahinde ise %55,42 olarak belirlemiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise geleneksel yöntemle üretilen tahindeki yağ oranı %58,70 olarak bulunmuştur (Lokumcu, 2000). Bizim yaptığımız çalışmada ise kabuklu (%100) susamdan üretilen KL1 örneğinin yağ oranı %50,07, kabuksuz (%0) susamdan üretilen

BYZ örneğinin yağ oranı ise %59,98 olarak ölçülmüştür. TGK Tahin Tebliği'ne göre tahinde yağ oranı en az %50 olması gerekmektedir, yaptığımız bu çalışmada da tahin örneklerinin yağ oranları kodekse uygun aralıkta olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Tahin örneklerinin yağ oranları

	ÖRNEK	YAĞ (%)
1	KL1	50,07±0,22e*
2	KL2	53,67±0,26d
3	KL3	59,79±0,86c
4	KL4	60,68±0,28bc
5	KS1	59,58±0,28c
6	KS2	55,34±0,48d
7	KS3	62,31±0,04ab
8	KS4	63,99±0,66a
9	BYZ	59,98±0,10c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$).

Çavuşoğlu (2017) yaptığı çalışmada yağ oranlarını ham susam, kabuksuz çiğ susam ve kabuksuz kavrulmuş susamda sırayla %53,14, % 47,83, %57,87 olarak belirlemiş olup, kabuksuz kavrulmuş susamın öğütülmesiyle elde edilen tahinin yağ oranını %58,37 olarak tespit etmiştir. Dolayısıyla kavurmanın ve kabuk oranının susam ve tahinin yağ değerini etkilediği görülmüştür. Yaptığımız çalışmada Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen örnekler incelendiğinde kabuk oranı azaldıkça yağ oranı artmıştır; KS3 ve KS4 örneklerinde sırayla %62,31 ve %63,99 yağ oranı belirlenmiştir ($p<0,05$). Hou ve ark., (2018) siyah ve beyaz tahinden oluşan dokuz farklı markaya ait tahindeki yağ oranını tespit etmiş, beyaz tahin ürünlerinde %51,80-61,56 aralığında olduğunu belirlerken siyah tahin ürünlerinde yağ oranını %55,38-55,84 aralığında belirlemiştir. Siyah tahin ürünleri arasında istatistiksel açıdan benzerlik olduğunu gözlemlemiştir. Gül ve ark. (2024)'nin çalışmasında faz ayrımını engellemek için kullandıkları modifiye protein ile örneklerin yağ oranlarını değiştirmedeği görülmüştür.

4.3. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinde Renk Özelliklerine Etkileri

Farklı işleme parametreleri kullanılarak, Bozkır tahini üretim yöntemi ile elde edilen tahin örneklerinin renk değerleri Tablo 4.3'de gösterilmiştir. İşleme parametrelerinin tahin örneklerinin renk kalitesine etkisi L^* (açıklık -koyuluk), a^* (kırmızılık-yeşillik), b^* (sarılık-mavilik) ve ΔE^* (toplam renk farkı) verileri ile ifade

edilmiştir. Çalışmamıza ait 9 ayrı örneğin renk analizi incelendiğinde açıklık koyuluk olarak ifade edilen L* değeri 61,30 ile sadece öğütme işleminin uygulandığı BYZ tahin örneği en açık renge sahip olurken, %50 kabuk ayırma oranı ile kepekli KL4 tahin örneği 40,36 ile en koyu renge sahiptir. KL4 örneğinin koyu renge sahip olmasının sebebi yerli susamın ithal susama göre daha koyu renkli olması ve %50 oranında kabuk ihtiva eden susam tanelerinden üretilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca kepekli ve kepeksiz tahin örnekleri kendi arasında değerlendirildiğinde kepeklilerden KL2 ve KL4 kepeksizlerden KS2 ve KS4 kavurma kazanında kavrulmuş örnekler olup, odun ateşinde kavrulmuş diğer örneklerden daha koyu renge sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 4.3. Tahin örneklerinin renk değerleri

	L*	a*	b*	ΔE^*
KL1	46,96±0,16e*	6,37±0,05h	19,48±0,09f	30,45±0,16f
KL2	44,24±0,14g	6,43±0,02g	18,55±0,09h	27,87±0,16h
KL3	46,84±0,05e	8,07±0,04d	21,72±0,05d	32,21±0,06e
KL4	40,36±0,04h	9,05±0,02a	19,41±0,06f	26,63±0,07ı
KS1	51,98±0,05b	8,54±0,05b	25,04±0,06a	38,18±0,07b
KS2	50,00±0,08d	7,58±0,02e	23,18±0,08c	35,33±0,10d
KS3	50,71±0,22c	8,47±0,02c	23,86±0,11b	36,47±0,23c
KS4	45,71±1,67f	7,02±0,52f	20,53±1,13c	30,37±2,06g
BYZ	61,30±5,66a	2,44±1,55ı	18,83±0,46g	41,73±4,23a

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$).

Farklı parametrelerin uygulandığı tahin örneklerinde a* değeri KL1, KL2, KL3 ve KL4 için 6,37- 9,05 aralığında değişirken; KS1, KS2, KS3 ve KS4 için 7,02- 8,54 aralığındadır. Tahin örnekleri kıyaslandığında, yüksek kabuk oranı ile kepekli (%50) yerli susamın tambur kazanda kavrulup öğütülmesiyle elde edilen KL4 örneğinde en yüksek a* değeri (9,05) ile kırmızımsı renk tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yıkanmış, kabukları alınmış ve kavrulmuş susam olarak ithal olarak temin edilip sadece öğütme işlemi uygulanan BYZ tahin örneğinde kırmızımsılık oranı (2,44) en düşük tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Sarılık-mavilik olarak ifade edilen b* değeri tahin örneklerinde 18,55-25,04 aralığında değişmektedir. Örnekler kıyaslandığında, kepeksiz tahin örneklerinden KS1, KS2 ve KS3 için b* değerleri sırayla 25,04, 23,18 ve 23,86 daha fazla sarımsı renk tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sarıya en yakın KS1 örneği ithal susam kullanılan, %85 kabuk ayırma oranı ile odun ateşinde kavrulup öğütülmeyle elde edilmiştir. Kepeksiz tahinden oluşan bu örneklerin b* değeri diğer örneklere göre yüksek bulunmuş olup, daha sarı renkte ürün özelliği göstermiştir. Kepekli tahinlerden ithal susamdan ve yerli susamdan

üretilenler kendi aralarında karşılaştırıldığında odun ateşli taş fırında kavruanlar (KL1, KL3), tambur kazanda (KL2, KL4) kavruanlardan daha sarımsı renge sahip olduğu belirlenmiştir.

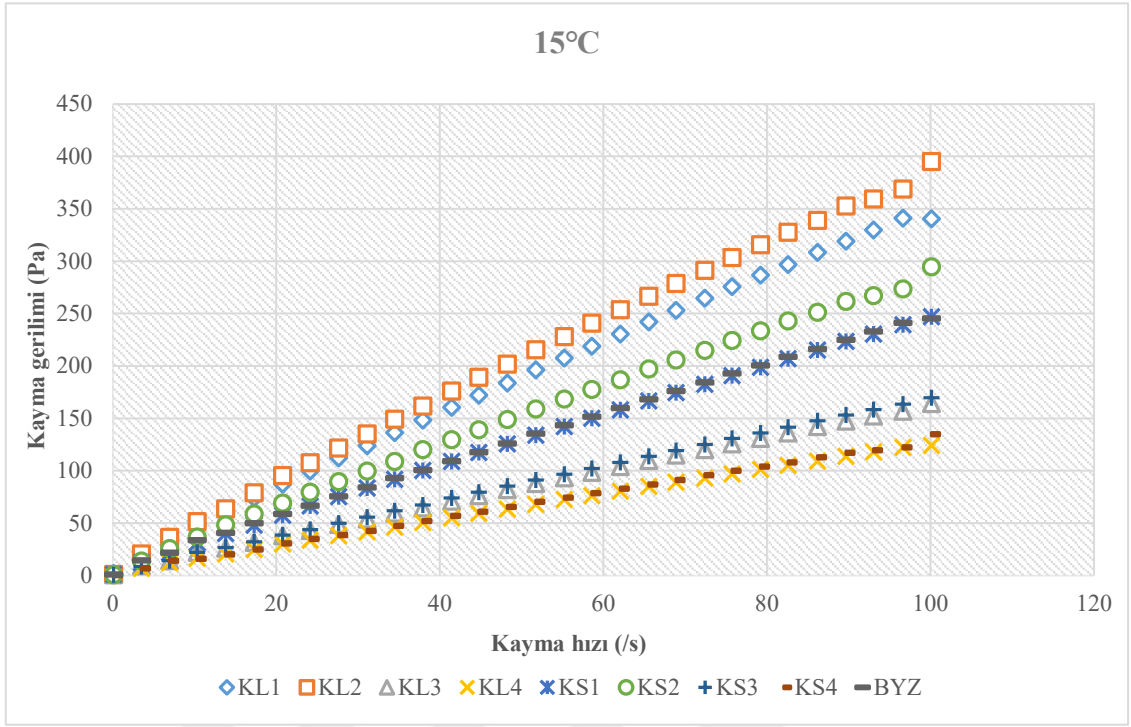
Farklı işleme parametrelerin uygulandığı tahin örneklerinde ΔE^* (toplam renk farkı) değerlerinde en yüksek değer 41,73 ile BYZ örneği ve en düşük ise 26,63 ile KL4 örneği gözlemlenmiştir. Kepekli tahin örnekleri kıyaslandığında odun ateş ile taş fırında kavruan susamdan üretilen KL1 (30,45) ve KL3 (32,21) örneklerinin ΔE^* değeri, tambur kazanda kavruan KL2 (27,87) ve KL4 (26,63) örneklerinden daha yüksek belirlenmiştir. Kavurma şeklinin toplam renk farkını etkilediği görülmüştür. Kepeksiz tahinlerden aynı şekilde odun ateş ile taş fırında kavruan KS1 (38,18) ve KS3 (36,47) örneklerinin ΔE^* değerleri, KS2 (35,33) ve KS4 (30,37) örneklerinden yüksek tespit edilmiştir. Ayrıca ΔE^* değerine susamın kabuk oranının etki etmesi sebebi ile kepeksiz tahin grubunun ΔE^* değeri (KS1, KS2, KS3, KS4, BYZ) kepekli tahin grubuna (KL1, KL2, KL3, KL4) göre daha yüksek belirlenmiştir.

Çavuşoğlu (2017) tahin üretimi aşamalarını incelediği çalışmasında son ürün kabuksuz susamın kavrulup öğütülmesiyle elde ettiği tahine ait renk analiz sonuçlarında L^* , a^* , b^* değerini sırasıyla (56,40; -0,27; 15,04) olarak belirlenmiştir. Kabuksuz tahin örneklerimizle (KS1, KS2, KS3, KS4) kıyasladığımızda 51,98 ve 45,71 arasında değişen L^* değerleri yaptığımız çalışmamızdaki tahin örneklerinin daha koyu renge sahip olduğunu göstermiştir. Sadece BYZ örneği (61,30) en açık renge sahiptir. Aynı çalışma ile kıyaslandığında bizim yaptığımız çalışmada daha kırmızımsı (a^*) ve sarımsı (b^*) renk özelliği göstermiştir. Kabukları tamamen ayrılmış susamdan tahin elde edilen çalışmada kırmızımsılık azalmış ve yeşilimsi renk oluşmuştur. Şahin (2024) modifiye edilmiş susam protein ilavesinin tahinde faz ayırımına etkisini incelediği çalışmasında renk değerlerini ($L^*a^*b^*$) sırayla tahin örneğinde 58,53; 4,16; 22,87, yüksek basınçlı homojenizasyon ile modifiye edilmiş protein katkılı tahin örneğinde ise 56,94; 4,54; 22,62 olarak belirlemiştir. Protein ilavesinin renk değerlerinde önemli bir değişikliğe etki etmediğini tespit etmiştir. Dolayısıyla renk değerindeki farklılığın sebebi hammadde olan susamın çok değişik renklerde olması, kabuk oranı, kavurma şekli ile kavurma sıcaklığı ve süresinin farklılık göstermesi, öğütmedeki partikül kalınlığının boyutlarının değişkenlik göstermesi gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır. Artık ve ark. (2007) farklı üretim parametreleriyle üretilen yaklaşık 81 adet yerli susam ve ithal susamdan üretilmiş tahinin $L^*a^*b^*$ renk değerlerini incelediğinde sırasıyla yerli susamdan üretilenlerin 61,64; 6,5; 26,86 ithal susamdan üretilen tahinin 68,04 7,35 27,74 olarak belirlemiştir Bu

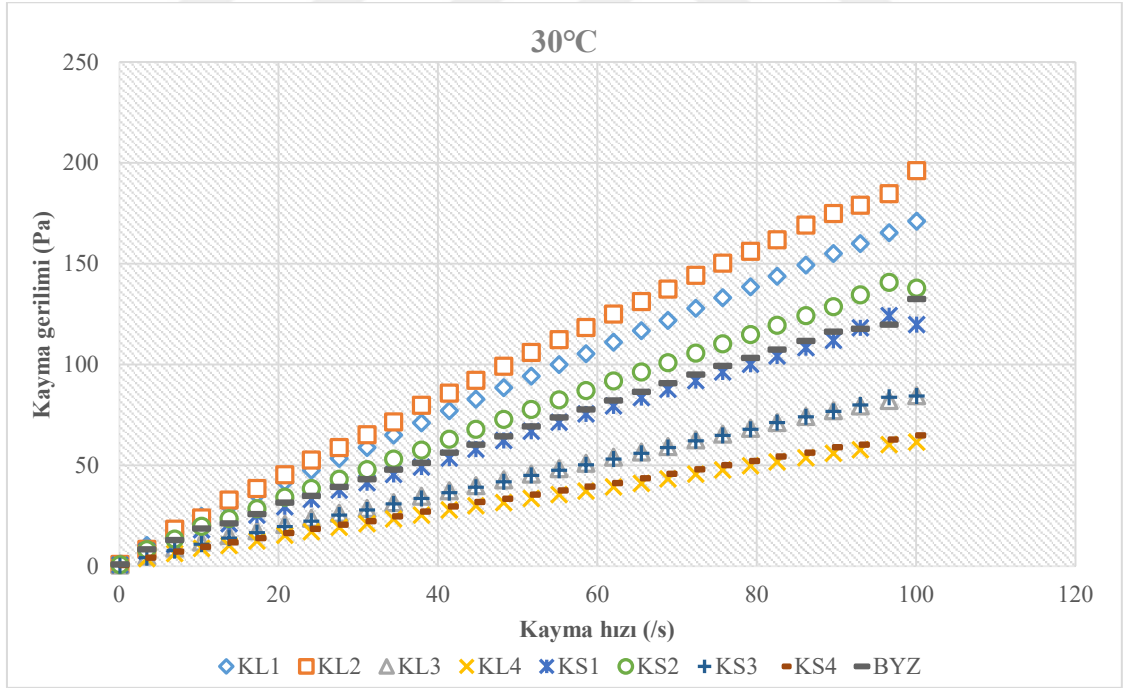
sonuçlardan sadece kavurma sıcaklığı (130-150°C) 150°C'de gerçekleştirilen kavurma işleminin b^* değerini arttırdığı, diğer renk parametrelerinde üretim farklılıklarının etki etmediği sonucuna varılmıştır.

4.4. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinin Reolojik Özelliklerine Etkileri

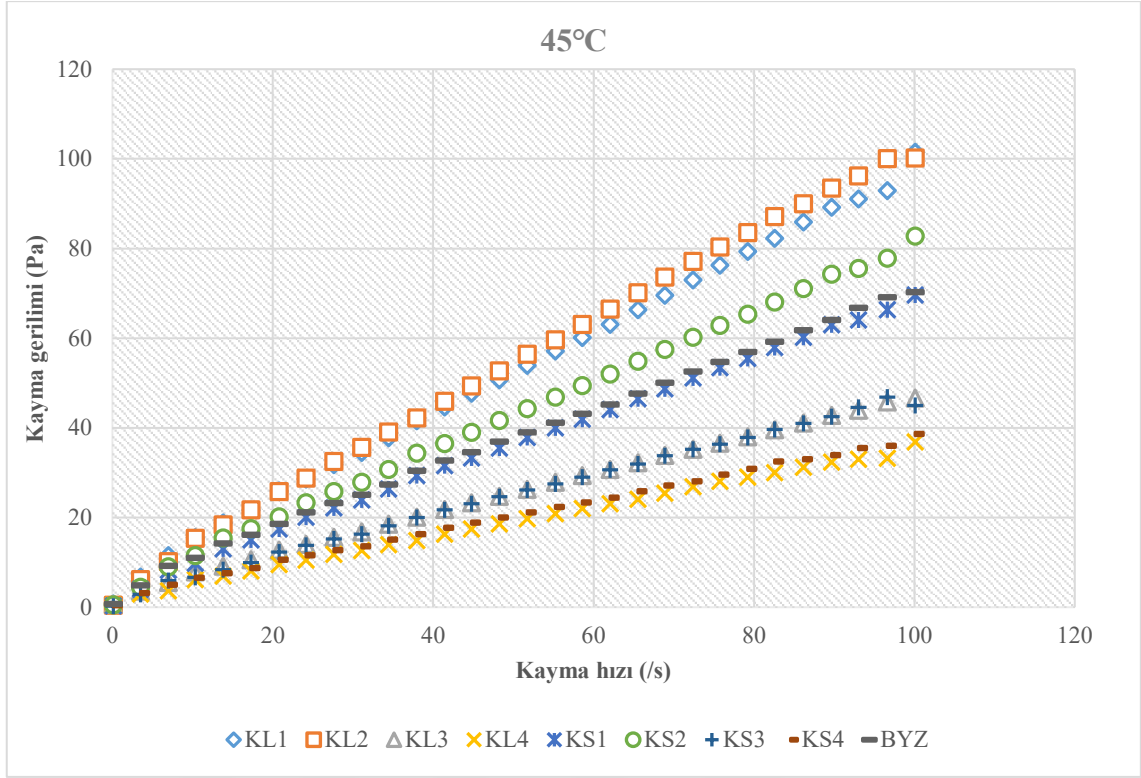
Farklı işleme parametrelerinin uygulandığı 9 çeşit Bozkır tahini örneklerinin 3 farklı sıcaklıkta (15-30-45°C) akış davranış özellikleri Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'te gösterilmiştir. Bozkır tahini örneklerinde Newtonsal olmayan akışkan olup, kayma incilmesi tespit edilmiştir. Ayrıca tahinin reolojik karakterizasyonu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarla benzer akış davranışı gözlemlenmiştir (Arslan ve ark., 2005; Razavi ve ark., 2007). Örneğin tahin örnekleri 35-65°C (Abu-Jdayil ve ark., 2002) ve 15- 65°C arasında reolojik yönden incelendiğinde kayma incilmesi belirlenmiştir. Bununla birlikte kayma gerilimi değeri artan sıcaklıkla beraber azalmıştır. En yüksek kayma gerilimi değerleri 15°C'de elde edilmiş olup, KL2 örneği 400 Pa kayma gerilimi değerine ulaşmıştır. Yapılan bir çalışmada temin edilen susam örneklerini eleyip yıkadıktan sonra 150-170°C'de kavurup %97'lik incelikte taş değirmende öğütmeyle elde edilen tahin örneklerinin reolojik özellikleri 25 °C'de plaka geometrisiyle ölçülmüş ve kayma incilmesi gözlemlenmiş, tiksotropik akış davranışı gösterdiği tespit edilmiştir (Zhao ve ark., 2025). İthal susamdan üretilen %100 kabuklu KL1 ve %40 kabuk oranına sahip KL2 örnekleri için üç farklı sıcaklıkta en yüksek kayma gerilimi belirlenmiştir. Yerli susamdan üretilen ve tambur kazanda kavruken %50 kabuk oranına sahip KL4 örneği ile %15 kabuk oranıyla KS4 örneğinde ise en düşük kayma gerilimi değeri tespit edilmiştir. Bozkır tahini üretiminde farklı parametrelerin uygulandığı örneklerden ithal hammadde kullanılan KL1, KL2, KS1, KS2, BYZ tahinlerin üç sıcaklık için de kayma gerilimi değerleri, yerli susam kullanılan KL3, KL4, KS3, KS4 örneklerinden daha yüksek belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Tahin örneklerinin 15°C'de akış davranış reolojik özellikleri



Şekil 4.2. Tahin örneklerinin 30°C'de akış davranış reolojik özellikleri



Şekil 4.3. Tahin örneklerinin 45°C’de akış davranış reolojik özellikleri

Tahin örneklerinin akış davranış reolojik özelliği power law modeli kullanılarak kayma geriliminin (τ) kayma hızına ($\dot{\gamma}$) karşı ölçümüyle elde edilmiş olup, akış davranış indeksi (n), kıvam katsayısı (K) ve korelasyon katsayıları (R^2) Tablo 4.4’te gösterilmiştir. Tahin numunelerinin n değerleri $0 < n < 1$ aralığında 0,67-0,84 olarak tespit edilmiş olup, bu veriler örneklerin newtonsal olmayan akış davranışı olduğunu göstermektedir. Akış davranış indeksi (n) 1 değerinden ne kadar küçük olursa o kadar Newtonsal akış davranışından uzaklaşır. Nitekim bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalar neticesinde tahin örneklerinin newtonsal olmayan davranış gösterdiğini belirtmiş olup, psödoplastik davranış (kayma incelmesi) sergilediklerini gözlemlemişlerdir (Abu-Jdayil ve ark., 2002; Alpaslan ve Hayta, 2002; Akbulut ve Çoklar, 2008; Şahin, 2024). Sıcaklık arttıkça kıvam katsayısı (K) ve akış davranış indeksi (n) azalmıştır. Yaptığımız çalışmada kepekli tahin grubundan ithal susamın kullanıldığı %100 kabuklu KL1 ve %40 kabuklu KL2 tahin örneklerinin kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri sırayla 15°C sıcaklıkta 8,90; 0,78 ve 7,76; 0,84, 30°C sıcaklıkta 4,50; 0,76 ve 4,22; 0,80, 45°C sıcaklıkta 2,98; 0,74 ve 2,35; 0,81 olarak belirlenmiştir. İthal susamın kullanıldığı %15 kabuk oranıyla KS1 ve KS2 örneğinin kıvam katsayısı 15°C’de sırasıyla 5,31 ve 5,66 olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre KL1, KL2 ve KS1, KS2 karşılaştırıldığında kabuk oranının azalmasıyla kıvam katsayısında bir azalma gözlemlenmiştir. Kepekli ve kepeksiz tahin

grubu karşılaştırıldığında her iki grupta da yüksek kıvam katsayısına sahip olan örneklerin ithal susam kullanılarak üretilen tahin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bir başka ithal susamdan üretilen yıkanmış az miktarda kavrulmuş olan BYZ örneği de yine diğer ürünler gibi yüksek kıvam katsayısına 5,91 (15°C) sahiptir. Ancak BYZ örneğine diğer örneklerden farklı olarak 2700 devirle dönen zımpara taşında öğütme işlemi uygulanmıştır. Kepekli tahinden KL1 ve KL3'ün kıvam katsayıları incelendiğinde üç ayrı sıcaklık içinde %100 kepek oranına sahip ithal susamın odun ateşli taş fırında kavrulup öğütülmesiyle elde edilen KL1'in kıvam katsayısı %35 kabuk oranına sahip odun ateşi ile taş fırında kavrulup öğütülen KL3'ten yüksek belirlenmiştir. Benzer üretim yöntemi uygulansa da kabuk oranının kıvam katsayısını etkilediği görülmüştür.

Tablo 4.4. Tahin örneklerinin akış davranış reolojik özellikleri

Power Law Model*									
	15°C			30°C			45°C		
Örnek	K	n	R ²	K	n	R ²	K	n	R ²
KL1	8,90±0,14aA **	0,78±0,00bc A	0,998	4,50±0,18aB	0,76±0,01abA	0,994	2,98±0,83aB	0,74±0,06ab A	0,992
KL2	7,76±0,82bA	0,84±0,03aA	0,999	4,22±0,05abB	0,80±0,01abA	0,998	2,35±0,20abc C	0,81±0,01aA	0,997
KL3	3,45±0,17dA	0,82±0,01ab A	0,996	2,52±0,31defA	0,74±0,03abA	0,991	1,85±0,88abc A	0,69±0,12ab A	0,987
KL4	3,30±0,42dA	0,77±0,03cA	0,993	1,60±0,25fB	0,77±0,04abA	0,995	1,40±0,14bc B	0,67±0,03bA	0,987
KS1	5,31±0,33cA	0,82±0,01ab A	0,997	2,88±0,43cdeB	0,80±0,04abA	0,994	1,66±0,21bc C	0,80±0,04ab A	0,996
KS2	5,66±0,49cA	0,84±0,02aA	0,999	3,47±0,28bcdB	0,79±0,02abA	0,996	2,20±0,41abc B	0,76±0,04ab A	0,994
KS3	3,88±0,47dA	0,80±0,03abc A	0,995	1,88±0,07fB	0,82±0,01aA	0,996	1,29±0,00cB	0,76±0,01ab A	0,997
KS4	3,10±0,02dA	0,79±0,00bc A	0,994	2,05±0,48efB	0,73±0,06bA	0,992	1,47±0,08bc B	0,68±0,02bA	0,996
BYZ	5,91±0,41cA	0,79±0,02bc A	0,996	3,66±1,02abcA B	0,75±0,07abA	0,991	2,46±0,78ab B	0,71±0,07ab A	0,989

*K kıvam katsayısını ($Pa.s^n$), n akış davranış indeksini ve R² korelasyon katsayılarını göstermektedir.

**K ve n değerleri için aynı sütunda aynı küçük harfle ve aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

Tahin örneklerinin 3 farklı sıcaklıkta (15°C-30°C-45°C) ve 1, 10, 100s⁻¹ kayma hızında viskozite değişimi Tablo 4.5, 4.6 ve 4.7'de gösterilmiştir. Yaptığımız çalışmada kayma hızı artışı ile görünür viskozite değerleri azalmıştır. Benzer şekilde, Zhao ve ark. (2025) viskozitenin kayma hızıyla ters orantılı olduğunu belirlemiştir. İthal susam kullanılarak üretilen kepekli tahin örneklerinden %100 kabuk oranına sahip KL1 ve %40 kabuklu KL2'nin viskozite değerleri 15°C sıcaklık ve 1s⁻¹ kayma hızında sırayla 5,72 ve 5,82 Pa.s olarak tespit edilmiş olup diğer örneklere göre en yüksek değerlere sahiptir

($p < 0,05$). Bu iki örnek için kayma hızının $10s^{-1}$ ve $100s^{-1}$ olduğu ve 3 farklı sıcaklık değerinde de en yüksek viskozite değerlerine rastlanmıştır ($p < 0,05$). Ayrıca farklı parametreler kullanılarak üretilen Bozkır tahin üretim yöntemi ile üretilen örneklerin viskozitesi üç kayma hızında ($1, 10, 100s^{-1}$) sıcaklığın artışıyla azalmıştır. Kabuksuz tahin örneklerinden ithal susamdan üretilen KS2 ile BYZ tahin örneklerinde 30 ve $45^{\circ}C$ 'de $1s^{-1}$ ve $10s^{-1}$ kayma hızında benzer sonuçlar bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada farklı parçacık boyutlarına sahip 7 tane tahin örneğinde kayma hızının artışıyla tahin örneklerinin viskozite değerleri azalarak kayma incelmesi ve psödoplastik davranış özelliği gösterdiği tespit edilmiştir (Çiftçi ve ark., 2008). Kabuklu tahin örneğinden yerli susam kullanılarak üretilen KL3 odun ateşi ile taş değirmende kavrulmasından kaynaklı üç farklı sıcaklık ve kayma hızında tambur kazanda kavrulan KL4 örneğinden yüksek viskozite değeri göstermiştir. Aynı şekilde $15^{\circ}C$ ve $30^{\circ}C$ 'de kabuksuz tahin örneklerinden yerli susam kullanılarak üretilen KS3 odun ateşli taş fırında kavrulduğundan tambur kazanda kavrulan KS4 örneğinden yüksek viskoziteye sahiptir. Üç farklı sıcaklık ve kayma hızında kepekli tahin örneklerinden ithal susam kullanılarak üretilen KL1 ve KL2; yerli susamdan üretilen KL3 ve KL4 örneklerinden daha yüksek viskozite göstermiştir. Benzer şekilde kepeksiz tahinlerden ithal susam kullanılan KS1 ve KS2 örneklerinde yerli susamdan üretilen KS3 ve KS4'ten yüksek viskozite değeri belirlenmiştir. Hammaddes susamın ithal veya yerli olması viskoziteyi etkilediği görülmüştür.

Tablo 4.5. Tahin örneklerinin farklı sıcaklıklardaki viskozite değerleri (kayma hızı (γ): $1s^{-1}$)

	Örnek	Viskozite (η) Pa.s		
		$15^{\circ}C$	$30^{\circ}C$	$45^{\circ}C$
1	KL1	5,72±0,22aA*	3,03±0,15aB	1,97±0,25aC
2	KL2	5,82±0,36aA	2,80±0,48abB	1,68±0,11abC
3	KL3	2,63±0,20dA	1,39±0,09dB	1,02±0,18deC
4	KL4	1,96±0,17dA	1,08±0,10dB	0,80±0,06eC
5	KS1	3,62±0,40cA	2,21±0,06cB	1,20±0,12cdC
6	KS2	4,39±0,60bA	2,37±0,04bcB	1,35±0,13bcC
7	KS3	2,53±0,27dA	1,27±0,11dB	0,79±0,11eC
8	KS4	1,93±0,09dA	1,22±0,18dB	0,91±0,04deC
9	BYZ	4,13±0,10bcA	2,21±0,27cB	1,39±0,12bcC

*Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ve aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0,05$).

Tablo 4.6. Tahin örneklerinin farklı sıcaklıklardaki viskozite değerleri (kayma hızı (γ): $10s^{-1}$)

	Örnek	Viskozite Pa.s		
		15°C	30°C	45°C
1	KL1	4,69±0,14aA*	2,41±0,16aB	1,49±0,12aC
2	KL2	5,04±0,18aA	2,43±0,15aB	1,43±0,10aC
3	KL3	2,17±0,07dA	1,15±0,08cB	0,77±0,08cC
4	KL4	1,67±0,11deA	0,89±0,07dB	0,60±0,02dC
5	KS1	3,11±0,21cA	1,77±0,03bB	0,99±0,06bC
6	KS2	3,82±0,34bA	1,96±0,07bB	1,13±0,05bC
7	KS3	2,20±0,10dA	1,09±0,10cdB	0,64±0,04cdC
8	KS4	1,62±0,08eA	0,96±0,07cdB	0,65±0,04cdC
9	BYZ	3,67±0,48bA	1,75±0,10bB	1,07±0,06bC

*Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ve aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$).

Tablo 4.7. Tahin örneklerinin farklı sıcaklıklardaki viskozite değerleri (kayma hızı (γ): $100s^{-1}$)

	Örnek	Viskozite Pa.s		
		15°C	30°C	45°C
1	KL1	3,44±0,03bA*	1,70±0,02bB	0,97±0,02bC
2	KL2	3,85±0,07aA	1,91±0,06aB	1,03±0,02aC
3	KL3	1,62±0,03eA	0,85±0,01eB	0,48±0,01eC
4	KL4	1,27±0,03fA	0,62±0,01fB	0,36±0,01fC
5	KS1	2,48±0,01dA	1,25±0,03dB	0,72±0,02dC
6	KS2	2,86±0,06cA	1,43±0,03cB	0,84±0,02cC
7	KS3	1,69±0,02eA	0,85±0,01eB	0,46±0,01eC
8	KS4	1,28±0,04fA	0,68±0,02fB	0,37±0,01fC
9	BYZ	2,48±0,02dA	1,28±0,03dB	0,70±0,00dC

*Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ve aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$).

Farklı işleme parametreleri kullanılarak Bozkır tahini üretim yöntemi ile üretilen örneklerimizde viskozitenin sıcaklıkla azaldığı tespit edilmiş olup, birçok araştırmacı da yaptığımız çalışmada olduğu gibi çalışmalarında kanıtlamış ve akış davranışındaki sıcaklığın etkisi Arrhenius ilişkisi ile tanımlanmıştır (Lokumcu, 2000; Alpaslan ve Hayta, 2002; Akbulut ve Çoklar, 2008; Bildir ve ark., 2018). Farklı kayma hızlarında Arrhenius denklemi kullanılarak elde edilen Arrhenius sabiti (K_0) ve aktivasyon enerjisi (E_a) tahin örnekleri için Tablo 4.8, 4.9 ve 4.10 da gösterilmiştir. K_0 değeri kayma hızı 1, 10, $100s^{-1}$

için sırayla $5,84 \times 10^{-04}$ - $7,53 \times 10^{-06}$; $1,07 \times 10^{-04}$ - $4,60 \times 10^{-06}$; $6,06 \times 10^{-06}$ - $1,54 \times 10^{-06}$ aralığında tespit edilmiştir. Hem 1 s^{-1} hem de 10 s^{-1} kayma hızlarında en yüksek ve en düşük Arrhenius sabiti değerleri sırasıyla kepeksiz tahin örnek grubundan yerli susamdan üretilen KS4 ve KS3 olarak belirlenmiştir. Tahin örneklerinden kabuklu ithal susamın kullanıldığı tambur kazanda kavrulan KL2 örneğinin $1, 10, 100 \text{ s}^{-1}$ kayma hızlarında en yüksek aktivasyon enerjisine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kepeksiz tahinden yerli susamın kullanıldığı tambur kazanda kavrulan KS4 örneğinde ise 1 ve 10 s^{-1} kayma hızlarında en düşük aktivasyon enerjisi belirlenirken, 100 s^{-1} kayma hızında en düşük E_a değeri kepekli yerli susamın kullanıldığı KL3 örneğinde görülmüştür. 1 s^{-1} kayma hızında yerli susamın kullanıldığı kepekli tahin grubundan KL3 ve KL4 örneğinin E_a değerleri benzerlik göstermiştir ($p > 0,05$). 10 s^{-1} kayma hızında KL2, KS2, KS3, BYZ örneklerinin aktivasyon enerjilerinde fark belirlenmemiştir ($p < 0,05$). Genel olarak kayma hızı arttıkça aktivasyon enerjisi (E_a) artmıştır. Korelasyon katsayıları (R^2) $0,999$ ile $0,974$ aralığında belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının bu denli yüksek olmasının sebebi çalışmamızdaki tahin örneklerinin viskozite değerlerinin sıcaklıkla olan ilişkisinin Arrhenius tipi davranışa uyumunu göstermektedir. Yapılan bir çalışmada artan pekmez konsantrasyonu ile tahin-pekmez karışımının aktivasyon enerjisinin azaldığı görülmüştür (Alpaslan ve Hayta, 2002). Yine başka bir çalışmada tahin konsantrasyonu artışı ile E_a değerinin arttığı tespit edilmiştir (Arslan ve ark., 2005). Farklı susam kabuk oranlarının kullanılarak Bozkır tahini üretiminin yapıldığı çalışmada Arrhenius sabiti (K_0) değeri $1,61 \times 10^{-2}$ ile $5,53 \times 10^{-4}$ aralığında değişirken aktivasyon enerjisi (E_a) $24,92$ ile $17,86$ kJ/mol arasında olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla kullanılan susamın kabuk oranı arttıkça Arrhenius sabitinin arttığı ancak aktivasyon enerjisinin düştüğü gözlemlenmiştir (Akbulut ve Çoklar, 2008).

Tablo 4.8. Tahin örnekleri için 1 s^{-1} kayma hızında Arrhenius denklem parametreleri*

Örnek	K_0 (Pa.s ⁿ)	E_a (kJ/mol)	R^2
KL1	$6,79 \times 10^{-05} \pm 7,07 \times 10^{-07} \text{bc}^{**}$	$26,58 \pm 0,71 \text{d}$	0,993
KL2	$1,02 \times 10^{-05} \pm 1,13 \times 10^{-07} \text{c}$	$30,65 \pm 1,41 \text{a}$	0,995
KL3	$1,02 \times 10^{-04} \pm 1,06 \times 10^{-06} \text{b}$	$23,90 \pm 0,42 \text{e}$	0,974
KL4	$1,24 \times 10^{-04} \pm 1,84 \times 10^{-05} \text{b}$	$22,17 \pm 0,92 \text{e}$	0,975
KS1	$2,77 \times 10^{-05} \pm 7,07 \times 10^{-06} \text{c}$	$27,28 \pm 0,85 \text{cd}$	0,992
KS2	$1,41 \times 10^{-05} \pm 3,54 \times 10^{-06} \text{c}$	$29,25 \pm 0,92 \text{ab}$	0,999
KS3	$7,53 \times 10^{-06} \pm 3,54 \times 10^{-06} \text{c}$	$29,02 \pm 0,99 \text{abc}$	0,994

Tablo 4.8. Tahin örnekleri için $1s^{-1}$ kayma hızında Arrhenius denklem parametreleri*(devamı)

Örnek	K_0 (Pa.s ⁿ)	E_a (kJ/mol)	R^2
KS4	$5,84 \times 10^{-04} \pm 8,49 \times 10^{-05}a$	$18,84 \pm 0,40f$	0,991
BYZ	$3,30 \times 10^{-05} \pm 7,07 \times 10^{-06}c$	$27,33 \pm 0,57bcd$	0,997

* K_0 Arrhenius sabitini, E_a aktivasyon enerjisini ve R^2 korelasyon katsayılarını göstermektedir.

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$).

Tablo 4.9. Tahin örnekleri için $10s^{-1}$ kayma hızında Arrhenius denklem parametreleri*

Örnek	K_0 (Pa.s ⁿ)	E_a (kJ/mol)	R^2
KL1	$2,35 \times 10^{-05} \pm 1,27 \times 10^{-06}c^{**}$	$28,99 \pm 0,14b$	0,996
KL2	$7,70 \times 10^{-06} \pm 1,41 \times 10^{-07}de$	$31,48 \pm 0,71a$	0,996
KL3	$3,30 \times 10^{-05} \pm 3,54 \times 10^{-07}b$	$26,02 \pm 0,64c$	0,990
KL4	$2,38 \times 10^{-05} \pm 7,07 \times 10^{-06}c$	$25,94 \pm 0,35c$	0,991
KS1	$1,59 \times 10^{-05} \pm 2,83 \times 10^{-06}cd$	$28,21 \pm 0,99b$	0,999
KS2	$8,74 \times 10^{-06} \pm 2,62 \times 10^{-07}de$	$30,61 \pm 0,59a$	0,999
KS3	$4,60 \times 10^{-06} \pm 1,41 \times 10^{-07}e$	$30,67 \pm 0,78a$	0,997
KS4	$1,07 \times 10^{-04} \pm 8,49 \times 10^{-06}a$	$23,03 \pm 0,18d$	0,996
BYZ	$7,06 \times 10^{-06} \pm 1,41 \times 10^{-08}e$	$30,84 \pm 0,85a$	0,993

* K_0 Arrhenius sabitini, E_a aktivasyon enerjisini ve R^2 korelasyon katsayılarını göstermektedir.

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$).

Tablo 4.10. Tahin örnekleri için $100s^{-1}$ kayma hızında Arrhenius denklem parametreleri*

Örnek	K_0 (Pa.s ⁿ)	E_a (kJ/mol)	R^2
KL1	$5,57 \times 10^{-06} \pm 5,66 \times 10^{-07}a^{**}$	$31,61 \pm 0,64abcd$	0,998
KL2	$3,28 \times 10^{-06} \pm 2,12 \times 10^{-07}d$	$32,97 \pm 0,85a$	0,999
KL3	$4,16 \times 10^{-06} \pm 4,24 \times 10^{-08}bc$	$30,28 \pm 0,78d$	0,999
KL4	$1,54 \times 10^{-06} \pm 3,54 \times 10^{-07}f$	$31,81 \pm 0,57abcd$	0,997
KS1	$4,44 \times 10^{-06} \pm 3,54 \times 10^{-07}b$	$30,82 \pm 0,99cd$	0,999
KS2	$6,06 \times 10^{-06} \pm 4,95 \times 10^{-08}a$	$30,95 \pm 0,40cd$	0,998
KS3	$1,63 \times 10^{-06} \pm 1,48 \times 10^{-07}f$	$32,62 \pm 0,55ab$	0,999
KS4	$2,29 \times 10^{-06} \pm 1,56 \times 10^{-07}e$	$31,12 \pm 0,99bcd$	0,999
BYZ	$3,70 \times 10^{-06} \pm 2,05 \times 10^{-07}cd$	$31,97 \pm 0,07abc$	0,999

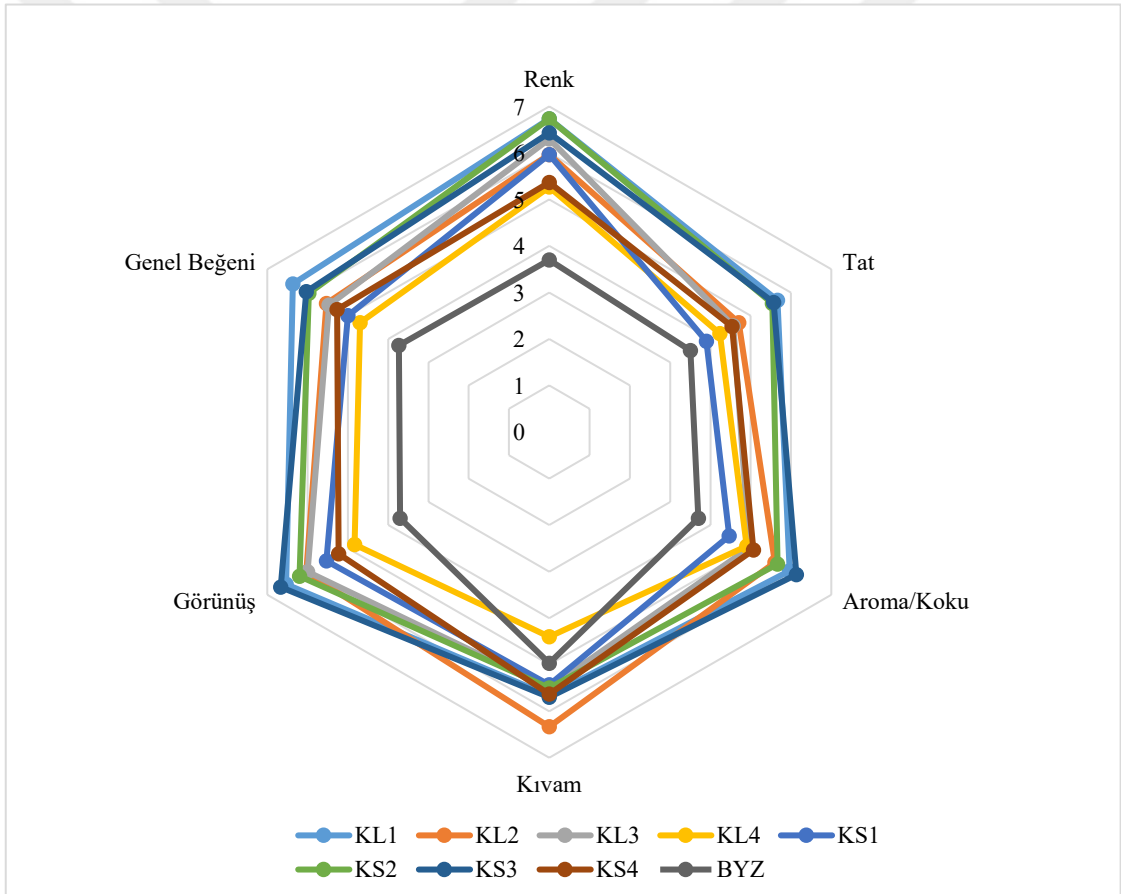
* K_0 Arrhenius sabitini, E_a aktivasyon enerjisini ve R^2 korelasyon katsayılarını göstermektedir.

**Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$).

4.5. İşleme Parametrelerinin Tahin Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Etkileri

Farklı işleme parametrelerinin uygulandığı Bozkır tahini üretim yöntemiyle elde edilen 9 tahin örneğine 30 yarı eğitilmiş panelist tarafından tüketici beğeni (Şekil 4.4) ve tüketici tercih (Şekil 4.5) testi uygulanmıştır. Tahin örneklerinin tüketiciler tarafından tat, renk, aroma/ koku, kıvam, görünüş ve genel beğeni açısından duysal özellikleri değerlendirilmiştir. Tahin örnekleri tadına göre değerlendirildiğinde en yüksek puanlama 5,67 ile %100 kepekli ithal susamın odun ateşi ile taş fırında kavrulup öğütülmesiyle elde edilen KL1 örneği olmuştur. Ancak KL1, KL2, KS2 ve KS3 tahin örneklerinde de benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır ($p>0,05$). Renk bakımından tahin örneklerinde tat verileri ile benzer değerlendirilmiştir. BYZ örneğine işlem uygulanmadığı için açık renkte olmasından dolayı diğer örneklerle kıyaslandığında beğenilmemiştir ($p<0,05$). Örneklerimize ait renk analizinde en yüksek L^* değeri ile en açık renge sahip olan BYZ (61,30) örneği tespit edilmiştir. Tüketici beğeni testine göre ise renk skalasında en açık renk daha düşük puanlama ile sonuçlanmıştır. Buna ek olarak, aroma ve koku bakımından değerlendirildiğinde de aynı sonuca varılmıştır. Tahin örneklerinin kıvamı değerlendirildiğinde kepekli tahin olan ve yerli susamın tambur kazanında kavrulmasıyla elde edilen KL4 ve işlem görmemiş olan BYZ en az beğeniye sahip olmuştur. Duyusal analizde en kıvamlı olarak belirlenen KL2 örneği, farklı kayma hızlarında ($1s^{-1}$, $10s^{-1}$, $100s^{-1}$) ve $15^{\circ}C$ sıcaklıkta da en yüksek viskoziteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla tüketici beğeni testi ile reolojik ölçümlerin uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. İşlem görmemiş olan BYZ tahin örneğinin görünüşü diğer örneklerle kıyaslandığında en düşüktür ($p<0,05$). KL1 ve KS3 örnekleri görünüş bakımından en çok beğenilse de KL2, KL3 ve KS2 örneklerinde de benzer sonuca ulaşılmıştır ($p>0,05$). Kepekli ithal susamın odun ateşi ile taş fırında kavrulup öğütülmesiyle elde edilen KL1 örneği 6,37 ile en yüksek genel beğeniye sahip olurken, kepekli tahin grubundan KL2 (5,53), kepeksiz tahin grubundan KS2 (5,97) ve KS3 (6,03) örnekleri benzer genel beğeniye sahiptir ($p>0,05$). Genel beğeni bakımından en düşük değer BYZ (3,73) örneğinde belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada modifiye edilmiş protein ilaveli tahin örneklerine uygulanan duysal analizde görünüş, doku, lezzet ve genel beğeni değerlendirildiğinde modifiye edilmiş protein ilavesinin tahinin özelliklerini değiştirmedigini ürünler arasında fark olmadığı görülmüştür (Şahin, 2024). Aksu (2022) 18-55 yaş aralığında 30 kişiye uyguladığı duysal analiz sonucunda fonksiyonel gıda ilavesinin tahinde berraklık, görünüş, koku, tat ve genel kabul parametrelerini değerlendirmiş ve tahin oranı fazla olan örneklerde

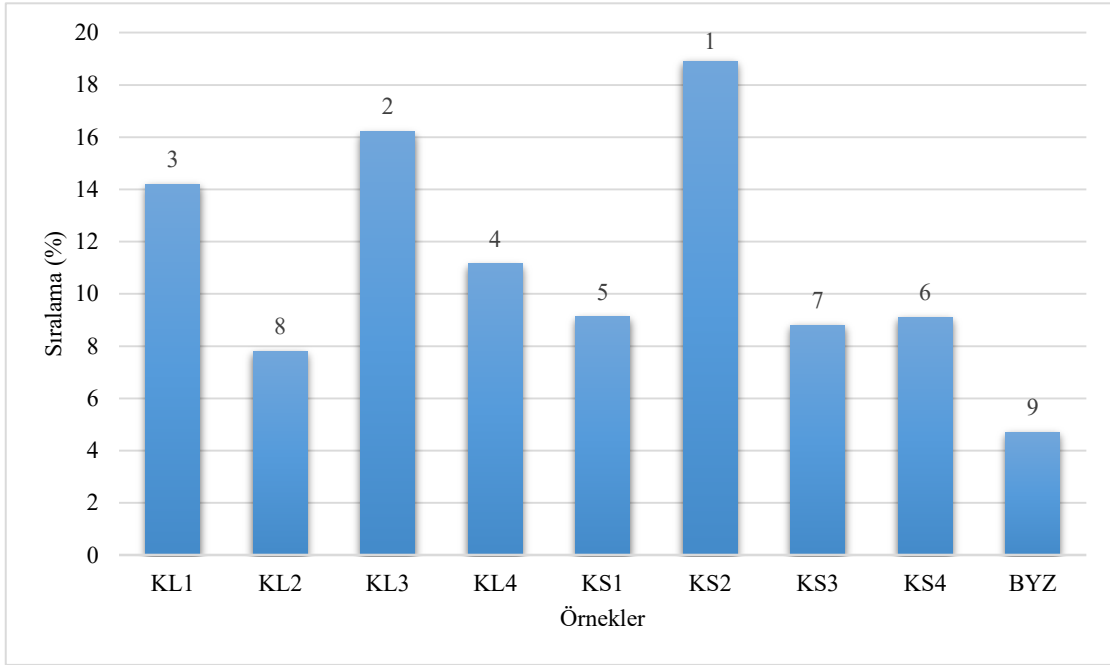
genel kabul bakımından en yüksek puanı almış olup tat yönünden değerlendirildiğinde tahin miktarı az olan örneğin en fazla tercih edilen olduğu belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada farklı oranlardaki pekmez ilavesiyle (%2-4-6) elde edilmiş tahin-pekmez karışımlarının duyu özellikleri incelenmiş ve tat bakımından tahinin daha fazla seyreltilip daha tatlı bir kıvamına getirilmesini sağlayan %6'lık pekmez konsantrasyonuna sahip örnek en fazla beğeni almıştır. Aynı şekilde genel kabul değerlendirildiğinde pekmez konsantrasyonu arttıkça genel beğeni artmıştır (Alpaslan ve Hayta, 2002). Beş farklı beyaz susamdan ve dört farklı siyah susamdan üretilen tahin örnekleri duyu özellikleri incelendiğinde renk, parlaklık, koku, tat ve doku bakımından fark gözlemlenmemiş, ancak en fazla beğeni beyaz susamdan üretilmiş, kahverengimsi sarı, kendine has tahin kokusuna ve kıvamına sahip örnek almıştır (Hou ve ark., 2018).



Şekil 4.4. Tahin örnekleri için tüketici beğeni testi

Tüketici tercih testinde panelistlerden en çok tercih edecekleri dört tane örneği sırayla belirtmeleri istenmiştir. En fazla tercih edilen ilk 4 örnek sırasıyla KS2 (%18,91), KL3 (%16,21), KL1 (%14,2) ve KL4 (%11,15) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5). Tahin pazarında genellikle ithal susamın kullanıldığı tambur kazanda kavrulup öğütülerek

Üretilen tahin ürünleri bulunmaktadır ve Bozkır tahini satışı kısıtlıdır. Dolayısıyla tüketiciler geleneksel üretim yöntemi ile pazara sunulan tahin ürünlerine benzer ürünleri tercih etmektedir. Yaptığımız tüketiciler tercih testinde de panelistler tarafından en çok tercih edilen kepeksiz tahinlerden ithal susamın kullanıldığı %15 kabuk oranına sahip tambur kazanda kavru lan %18,91 ile KS2 olmasının sebebi bu örneğın geleneksel yöntemle üretilen tahine en fazla benzemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sonuç genel beğeni değerlendirmesi ile uyum sağlamaktadır. KL1, KL3 ve KL4 örneklere ise kepekli tahin grubundan hem yerli hem de ithal susamın kullanıldığı örneklere dir. Sonuçlar göstermektedir ki kepek oranının ykseklėği tüketicilerin tercih ini olumlu yönde etkilemektedir.



Şekil 4.5. Tahin örneklere için tüketiciler tercih testi.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Konya'nın Bozkır ilçesinde farklı işleme parametreleriyle üretilen tahin örneklerinin kalite özellikleri kuru madde miktarı, kül miktarı, yağ oranı, renk, reolojik ve duyuşal özellikleri bakımından değerlendirilmiş ve etkisi tespit edilmiştir. Tahin örneklerinde kuru madde miktarı %99,65-98,87 aralığında belirlenmiş olup, yüksek kuru madde oranına ulaşılmasının sebebinin susamın kavurma ve öğütme aşamasında ısınmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kabuk oranları %100 ile %35 arasında değişen kepekli tahin örneklerinin (KL1, KL2, KL3 ve KL4) kuru madde miktarlarında fark belirlenmemiştir, ancak kabuksuz tahin örneklerinde en yüksek kuru madde miktarı %99,65 ile ithal susamın tambur kazanda kavrulup öğütülmesiyle üretilen ve %85 kabuk ayırma oranı olan KS2 tahin örneği olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki kuru madde sonuçları TGK'ya uyumlu bulunmuştur. Kül oranı en yüksek tespit edilen KL1 örneği kepekli tahin grubundan %100 kabuk oranına sahip odun ateşi ile taş fırında kavrulup öğütülen tahin olup en düşük kül oranı ise kabuksuz olarak yıkanmış az miktarda kavrulup ithal edilen sadece öğütme işleminin uygulandığı BYZ örneğidir. En düşük yağ oranı %50,07 ile %100 kabuklu ithal susam kullanılarak odun ateşinde kavruan KL1 örneğinde tespit edilmiştir. Dolayısıyla kabuk oranı arttıkça kül oranı artarken yağ oranı düşmüştür. Ayrıca örneklerinin yağ değerlerinin TGK kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir.

Farklı işleme parametrelerinin tahin örneklerinde renk kalitesine etkisi değerlendirildiğinde açıklık koyuluk olarak ifade edilen L^* değeri 61,30 ile sadece öğütme işleminin uygulandığı BYZ tahin örneği en açık renge sahip olurken, %50 kabuk ayırma oranı ile kepekli KL4 tahin örneğinde 40,36 ile en koyu renk tespit edilmiştir. Tahin örnekleri kıyaslandığında, yüksek kabuk oranı ile kepekli (%50) yerli susamın tambur kazanda kavrulup öğütülmesiyle elde edilen KL4 örneğinde en yüksek a^* değeri (9,05) ile kırmızımsı renk tespit edilmiştir. Örnekler kıyaslandığında, kepeksiz tahin örneklerinden KS1, KS2 ve KS3 için b^* değerleri sırayla 25,04, 23,18 ve 23,86 daha fazla sarımsı renk tespit edilmiştir.

Bozkır tahini üretim yöntemi ile elde edilen örnekler de Newtonsal olmayan akışkan olup, kayma incelmesi tespit edilmiştir. Tahin örneklerinin akış davranış reolojik özelliği power law modeli kullanılarak belirlenmiş olup, kepekli tahin grubundan ithal susamın kullanıldığı %100 kabuklu KL1 ve %40 kabuklu KL2 tahin örneklerinin kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri sırayla 15 °C sıcaklıkta 8,90; 0,78 ve 7,76;

0,84, 30°C sıcaklıkta 4,50; 0,76 ve 4,22; 0,80, 45°C sıcaklıkta 2,98; 0,74 ve 2,35; 0,81 olarak belirlenmiştir. Tahin örneklerinin viskozitesi üç kayma hızında da (1, 10, 100s⁻¹) sıcaklığın artışıyla azalmıştır. İthal susam kullanılarak üretilen kepekli tahin örneklerinden %100 kabuk oranına sahip KL1 ve %40 kabuklu KL2'nin viskozite değerleri 15°C sıcaklık ve 1s⁻¹ kayma hızında sırayla 5,72 ve 5,82 Pa.s olarak tespit edilmiş olup diğer örneklere göre en yüksek değerlere sahiptir. Diğer iki kayma hızı (10s⁻¹ ve 100s⁻¹) ve 3 farklı sıcaklık değerinde de en yüksek viskozite değerlerine rastlanmıştır. Farklı kayma hızlarında Arrhenius denklemi kullanılarak elde edilen K₀ değeri kayma hızı 1, 10, 100s⁻¹ için sırayla 5,84x10⁻⁰⁴-7,53x10⁻⁰⁶; 1,07x10⁻⁰⁴-4,60x10⁻⁰⁶; 6,06x10⁻⁰⁶-1,54x10⁻⁰⁶ aralığında tespit edilmiştir. Genel olarak kayma hızı arttıkça aktivasyon enerjisi (E_a) artmıştır. Korelasyon katsayıları (R²) 0,999 ile 0,974 aralığında belirlenmiştir.

Bozkır tahini örneklerinde işleme parametrelerinin etkisi duyu analizi ile değerlendirildiğinde tüketici tercih testi ile panelistlerin en çok tercih ettiği tahin örneği sırayla KS2 (%18,91), KL3 (%16,21), KL1 (%14,2) ve KL4 (%11,15) olarak belirlenmiştir. Tahin örnekleri renk bakımından değerlendirildiğinde tat verileri ile benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. BYZ örneğine işlem uygulanmamış olması sebebiyle açık renkte olmasından dolayı diğer örneklerle kıyaslandığında beğenilmemiştir. Buna ek olarak, aroma ve koku bakımından değerlendirildiğinde de aynı sonuca varılmıştır. KL1 ve KS3 örnekleri görünüş bakımından en çok beğenilse de KL2, KL3 ve KS2 örneklerinde de benzer sonuca ulaşılmıştır. Genel beğeni bakımından en düşük değer BYZ (3,73) örneğinde belirlenmiştir. TGK Tahin Tebliğinde kriterler geleneksel tahin üretim yöntemine göre belirlendiği için Bozkır tahin üretim yöntemi ile üretilen tahin örneklerinden bazılarında kül oranları tebliğe uygun çıkmamıştır. Ancak Türkiye'de üretilen gıda ürünleri için TGK'ya uygunluk arandığından Bozkır tahini için kodekste iyileştirmeye gidilmesi üreticinin yararına olacaktır. Geleneksel yöntemle üretilen tahinden farklı lezzette ve görünüşe sahip olan Bozkır tahini yüksek genel beğeni ve albenisi ile alternatif bir ürün olarak değerlendirilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abu-Jdayil, B., Al-Malah, K. and Asoud, H. (2002). Rheological characterization of milled sesame (tehineh). *Food Hydrocolloids*, 16: 55–61. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00040-6](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00040-6).
- Akbulut, M. and 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. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00162.x>
- Akçaözöglü, E. ve Aliağaoğlu, A. (2019). Bozkır (Konya) ilçesinde tahin üretimi: özellikler ve sorunlar, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 41: 1-14. <https://doi.org/10.17295/ataunided.556183>
- Akkaya, G. (2023). *Tahin-Pekmez karışımlarının doğrusal olmayan reolojik davranışlarının incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Aksu, E. (2022). *Tahin, susam ve bal karışımının duyu analizleri ve besin değerlerinin araştırılması*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Beslenme ve Diyetetik Programı, İstanbul.
- Aloui, F., Maazoun, B., Gargouri, Y. and Miled, N. (2016). Optimization of oil retention in sesame based halva using emulsifiers and fibers: an industrial assay. *J Food Sci Technol*. 53: 1540–1550 <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2116-5>
- Alpaslan, M. and Hayta, M. (2002). Rheological and sensory properties of pekmez (grape molasses/tahin) (sesame paste blends). *J Food Eng*, 54: 89–93. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00197-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00197-2).
- AOAC (2000). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (17th ed.) Gaithersburg, MD.
- Arslan, E., Yener, M. E. and Esin, A. (2005). Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends, *Journal of Food Engineering*, 69(2): 167-172, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.010>
- Artık, N., Poyrazoğlu, E. ve Kömez, E. (2007). Tahin üretimi ve analizi. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı*, Ankara.
- ATB (2022). Antalya Ticaret Borsası. “Susam” sektörel analiz toplantısı raporu. https://www.antalyaborsa.org.tr/_fm/206-202212260853081.pdf erişim tarihi: 19.01.2024
- Başdoğan, H. (2016). *Tahinlerdeki faz ayrımı ve reolojik özellikler üzerine ultrases işleminin etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Batu, A. ve Elyıldırım, F. (2009). Geleneksel helva üretim teknolojisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3): 32-43.
- Batu, A. and Batu, H. S. (2020). The place of sesame and tahini in turkish gastronomy, *Aydın Gastronomy*, 4(2): 83-100
- Bıldır, B., Demircan H. ve Ora, R. A. (2018). Sıcaklık ve farklı kıvam verici maddelerin ketçabın reolojik özellikleri üzerine etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14: 157-163. <https://doi.org/10.31590/ejosat.450363>
- Çavuşoğlu, Y. Ç. (2017). *Tahin üretimi sırasında fiziksel, kimyasal ve antioksidan*

özelliklerdeki değişim. (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

Çiftçi, D., Kahyaoglu, T., Kapucu, S. and Kaya, S. (2008). Colloidal stability and rheological properties of sesame paste. *Journal of Food Engineering*. 87(3): 428-435, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.026>.

Çiftçi, D. (2008). *Colloidal stability and some rheological properties of tahin and pekmez-tahin blend*. (Yüksek lisans tezi basılmamış), Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziantep

El-Adawy, T. A. and Mansour, E. H. (2000) Nutritional and physicochemical evaluations of tahina (sesame butter) prepared from heat-treated sesame seeds. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 80(14): 2005-2011. [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200011\)80:14<2005::AID-JSFA740>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200011)80:14<2005::AID-JSFA740>3.0.CO;2-J)

Gül, O., Şahin, M. S., Sarıcaoğlu, F. T. and Atalar, I. (2024). Effect of sesame protein isolate modified by high -pressure homogenization, high- intensity ultrasound, and high -pressure processing on the colloidal stability of sesame paste: Determination of physicochemical, rheological, microstructural properties and storage stability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 96(1): 1466-8564. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103786>

Güneşer, O. (2009). *Farklı gıda katkı maddeleri kullanımının tahin helvası emulsiyon stabilitesi ve kalitesine olan etkilerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma*. (Yüksek lisans tezi basılmamış). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.

Güven, S., Demirel, N. N., Kırca, A., Güneşer, O. ve Kaptan, M. (2007). Tahin helvalarının kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine üretim aşamalarının etkisi (Proje No: 104 O 290). *Tübitak Tarım, Ormanlık ve Veterinerlik Araştırma Grubu*, Çanakkale. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/607104/tahin-helvalarinin-kimyasal-ve-mikrobiyolojik-kalitesine-uretim-asamalarinin-etkisi>

Hizaroğlu, Ö. (2013). *Gıda teknolojisinde üretim hatlarının modernizasyonu*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hou, L., Li, C. and Wang, X. (2018). Physicochemical, rheological and sensory properties of different brands of sesame pastes. *Journal of Oleo Science*. 67(10): 1291-1298. China. <https://doi.org/10.5650/jos.ess18109>

Jasad, H. (2020). *Farklı susam tohumu çeşitlerinden soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağların karakterizasyonu ve oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Manisa.

Kahyaoglu, T. (2005) *Effect of Roasting processes on some properties of sesame and sesame paste: rheological, color, textural and moisture adsorption*. Ph. D. Thesis in Food Engineering University of Gaziantep

Karakahya, E. (2006). *Tahin helvası üretiminde farklı bitkisel yağı soya proteini kullanımının kalite özellikleri üzerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). T. rakyta Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ

Koca, H. (2007). *Tuz stresinin farklı susam çeşitlerinin fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi*. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.

- Koçak, Ö. F. (2024). *Muhtelif susam ve tahin ürünlerinin mineral içeriklerinin belirlenmesi ve ultrases kabuk soyma işleminin susamın mineral içeriği üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Lokumcu, F. (2000), *Tahinin Reolojik Karakterizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Meilgaard, M. C., Civille G. V. and Carr, B. T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*. 4th ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press. 416
- Moazzami, A. and Kamal-Eldin A. (2009). 8 -Sesame seed oil. *Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils*, 267-282, <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-97-4.50014-0>
- Namiki, M. (1995). The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Review International*, 11: 281-329. <https://doi.org/10.1080/87559129509541043>
- Namiki, M. (2007). Nutraceutical functions of sesame: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(7): 651-673. <https://doi.org/10.1080/10408390600919114>
- Onur, N. (2017). Türk mutfak kültüründe özel bir tat: Manavgat'ın altın susamı. *International Rural Tourism and Development Journal* . 1(1): 19-25 <https://turizmvekalkinma.org/index.php/irtadjournal/article/view/32/26>
- Özcan, M. (1993). *Susam, susam yağı ve tahinde fiziksel, kimyasal analizler ve yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya
- Özcan M. ve Akgül, A. (1994). Tahinde fiziksel -kimyasal analizler ve yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi. *Gıda*, 19: 411-416.
- Özcan, M. M., Uslu, N. and Dursun, N. (2023). The effect of sesame seed processing steps on bioactive properties, nutraceuticals and mineral contents of sesame seed, sesame paste (tehina) and oils . *Food and Humanity* , 710-715. <https://doi.org/10.1016/j.fooHum.2023.07.013>
- Özdemir, F. (2001). Tahin üretim amaçlı susam kavrulmasında mikrodalga uygulamaları (Proje No: TARP -2365). Tübitak Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi, Antalya. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/600263/tahin-uretim-amacli-susam-kavrulmasinda-mikrodalga-uygulamaları>
- Razavi, S. M. A., Najafi, M. B. H. and Alaei, 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: 198–202. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.03.008>.
- Serim, F. (1991). Bitkisel yağların farklı sıcaklık ve sürelerdeki oksidasyon düzeyinin spektrofotometrik yöntemlerle belirlenmesi. *Gıda*. 16 (2): 123-129
- Shyu, Y. S. and Hwang, L. S. (2002). Antioxidative activity of the crude extract of Irgan glycosides from unroasted Burma black sesame meal. *Food Research International*, 35(4): 357-365. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00130-2](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00130-2)
- Solver Kimya (2013). <https://www.solverkimya.com/site/makaleler/detaylar/susam-ve-tahin-imalati-uretimi.html> Erişim Tarihi: 19.01.2025
- Şahin, G. (2014). Türkiye'de üretimi azalan önemli bir yağ bitkisi susam. *Journal of the Human and Social Science Researches*. 3(2), 404-433.

- Şahin, M. Ş. (2024). *Farklı tekniklerle modifiye edilmiş susam proteininin tahinde faz ayrımı üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi) . Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kastamonu.
- Tenyang, N., Ponka, R., Tiencheu, B., Djikeng, F. T., Azmeera, T., Kar una, M. S. L., Prasad, R. B .N. and Womeni, H. M. (2017). Effects of boiling and roasting on proximate composition, lipid oxidation, fatty acid profile and mineral content of two sesame varieties commercialized and consumed in Far -North Region of Cameroon, *Food Chemistry*. 221: 1308-1316, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.025>
- TGDF (2024). Türkiye gıda ve içecek sanayi dernekleri federasyonu <https://www.tgdf.org.tr/baskanlarin-gozuyle-21/> Erişim Tarihi: 19.01.2025
- TGK (2015). Türk Gıda Kodeksi. Tahin tebliği. Resmî Gazete Tebliğ No: 2015/27. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/06/20150613-9.htm> Erişim Tarihi: 10.05.2024
- Tomruk, D., Devseren, E., İlter, I., Akyıl, S., Koç, M. ve Kaymak Ertekin, F. (2018). Farklı şeker kaynakları ile hazırlanan susam ezmesi karışımlarının reolojik ve duysal özellikleri. *Gıda* 43 (1): 43-52 <https://doi.org/10.15237/gida.GD17091>
- Torlak, E., Sert, D. and Serin, P. (2013). Fate of salmonella during sesame seeds roasting and storage of tahini. *International Journal of Food Microbiology* , 163(2- 3): 214-217. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.03.010>
- TPK (2021). Türk Patent Kurumu. No 753 - Mahreç İşareti - Bozkır Tahini, <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/662> Erişim Tarihi: 26.10.2024
- TÜİK (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretim miktarları 2023-2024. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447> Erişim Tarihi:19.01.2025
- TürKomp (Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı). <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/main> Erişim Tarihi: 29.12.2024
- Ujong, A. E. and Emelike, N. J. T. (2023). Improvement of the nutritional quality and hcl extractability of minerals of dehulled sesame seeds and their acceptance for culinary purpose by parboiling, boiling and roasting. *Applied Food Research*. 3(1): 100267 <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100267>
- Yeniay, H. (2015). *Türkiyede yetiştirilen bazı susam tohumu çeşitlerinin karakteristiklerinin objektif ve duysal yöntemler kullanılarak belirlenmesi ve kavurma işleminin bu karakteristiklere etkisinin incelenmesi*. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Zhao, J., He, J., Zhang, Y., Shi, H., Xu, X., Cao, Y., Zhao, Y. and Fang, Y. (2025). Solid volume fraction as a determinant of rheological properties and storage stability in sesame paste, *Food Hydrocolloids*, 164: 111196. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111196>
- Zhang, Y., Li, X., Lu, X., Sun, H. and Wang, F. (2021). Effect of oilseed roasting on the quality, flavor and safety of oil: A comprehensive review, *Food Research International* , 150: 110791. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110791>.

7. EKLER

EK1: Duyusal Analiz Testi Formu

İSİM:

Tarih:

YAŞ:

Saat:

CİNSİYET:

1-TÜKETİCİ BEĞENİ TESTİ

Sayın panelist size sunulan tahin örneklerini lütfen sunum sırasına göre tadınız. Tahinlerin özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi 9'lu skalalara göre 1'den 9'a kadar değerlendiriniz.

Tahin örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki tahin örneğini tatmadan bir miktar su içiniz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hiç beğenmedim	Çok beğenmedim	Orta derecede beğenmedim	Biraz beğenmedim	Ne beğendim ne beğenmedim	Biraz beğendim	Orta derecede beğendim	Çok beğendim	Çok fazla beğendim

Numune Kodu	Kalite Kriteri					
	Renk	Tat	Aroma/Koku	Kıvam	Görünüş	Genel beğeni
629						
465						
280						
504						
381						
729						
146						
417						
831						

2. TÜKETİCİ TERCİH TESTİ

Lütfen size verilen tahin örneklerini sizin için ilk tercih en beğendiğiniz olmak üzere ilk dört tercihinizi sıralayınız

Tercih	1.	2.	3.	4.
Ürün kodu				

TEŞEKKÜRLER

EK2: Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.06.2025-250958

T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurul Kararı

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
03	04	04.06.2025

Karar Numarası: 2025/02

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER'in Danışmanlığını yaptığı Diğer Araştırmacılar Üniversitemiz Yüksek Lisans Öğrencisi Alime TAN'ın Araştırmanın Yürütücüsü olduğu 21.05.2025 tarihli ve 9354 E. No'lu "**Farklı Üretim Yöntemlerinin Tahin Kalitesine Etkileri**" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait etik kurul başvurusunun görüşülmesi istemi.

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER'in Danışmanlığını yaptığı Diğer Araştırmacılar Üniversitemiz Yüksek Lisans Öğrencisi Alime TAN'ın Araştırmanın Yürütücüsü olduğu 21.05.2025 tarihli ve 9354 E. No'lu "**Farklı Üretim Yöntemlerinin Tahin Kalitesine Etkileri**" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait etik kurul başvurusunun fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçөгüne ilişkin sorumluluğun başvurucaya ait olmak üzere araştırma süresince uygulanmasının **etik olarak uygun olduğuna** oybirliği ile karar verildi.**04.06.2025**

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Salih Uğur BAYÇA
Kurul Başkanı

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Atılgan ATILGAN
(Kurul Başkan YRD)

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Murat Alper BAŞARAN
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Mustafa Ümit GÜMÜŞAY
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Özgür GÖLGE
Üye

(e-imzalıdır)

Prof. Dr. Alaattin KANOĞLU
Üye

(Mazeretli)

Prof. Dr. Fikri Serdar GÖKHAN
Üye

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Alime TAN

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2022 Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoekonomi Tezsiz Yüksek Lisans
- 2020 yılından itibaren Bozkır İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nde Gıda Mühendisi olarak çalışmaktayım.
- 2014-2017 yılları arasında küçük şirketlerde Gıda Mühendisi ve İş Güvenliği Uzmanı
- 2013 Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans Mezunu

