

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TAHİNDE FAZ AYRIMI ÜZERİNE BAZI LİFLERİN VE LESİTİNİN
ETKİSİ

ERCAN YETKİN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAMSUN

2019

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Ercan YETKİN tarafından hazırlanan “TAHİNDE FAZ AYRIMI ÜZERİNE BAZI LİFLERİN VE LESİTİNİN ETKİSİ” adlı tez çalışması 17/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye Doç. Dr. Münir Anıl
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye Dr. Öğr. Üyesi Yunus Emre TUNÇİL
Ordu Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2019

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

Ercan YETKİN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAHİNDE FAZ AYRIMI ÜZERİNE BAZI LİFLERİN VE LESİTİNİN ETKİSİ

Ercan YETKİN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP

Tahinin ham maddesi olan susam, ülkemizde en çok Akdeniz bölgesinde üretilmektedir. Tahin, susamın temizleme, kabuk ayırma, kavurma ve öğütme işlemlerinden sonra elde edilen viskozitesi yüksek bir üründür. Besleyici bir gıda olmasının yanında ülkemizde üretimine sıkça rastlanılmaktadır. Çalışmada kullanılan sıvı tahin üretimden hemen sonra laboratuvara getirilerek cam kavanozlara 100'er mL dökülerek depolanmıştır. Kontrol grubu olarak kullandığımız örneğin içerisine hiçbir katkı maddesi ilave edilmemiştir. Katkılar ise örnekler kavanozlara konulmadan önce 1000 rpm' de 5 dak. ultra turrax ile karıştırılarak (%0.5, %1, %2 ve %3 oranlarında) ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler oda sıcaklığında bekletilerek belirli zaman (0., 30., 60. ve 90. gün) aralıklarında bazı kalite analizleri yapılmıştır.

Tahin içerisine üç çeşit katkı (susam lifi, şeker pancarı lifi ve lesitin) ve bu katkıları da farklı oranlarda (%0.5, %1, %2, %3) ilave edilmiştir. Depolamanın farklı zamanlarında (0., 30., 60. ve 90. gün) katkı çeşidinin, katkı seviyesinin ve zamanın sıvı tahinden yağ fazının ayrılmasının engellenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca pH, serbest yağ asitliği (SYA), toplam asitlik, TBARS ve konjuge diol değerleri üzerine olan etkisi de çalışılmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre bütün parametrelerin üzerine katkı çeşitlerinin, katkı oranlarının ve depolama zamanının çok önemli etkileri belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Çalışmanın en temel amacı sıvı tahinden % ayrılan yağ miktarını azaltmak olup farklı seviyelerde kullanılan katkıların sonuçlarına göre, yağ fazın yapıdan ayrılmasının kontrol örneğine göre %30 düzeylerine kadar engellediği belirlenmiştir.

Haziran 2019, 70 sayfa

Anahtar kelimeler: Tahin, kontrol grubu, susam lifi, şeker pancarı lifi, lesitin

ABSTRACT

Master's Thesis Dissertation

EFFECT OF SOME FIBERS AND LECITES ON PHASE SEPARATION Ercan YETKİN

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP

Sesame, which is the raw material of tahini, is mostly produced in the Mediterranean region in our country. Tahini is a product of high viscosity obtained after cleaning, dehulling, roasting and grinding of sesame. Besides being a nutritious food, it is frequently encountered in our country. The liquid tahini used in the study was brought to the laboratory immediately after production and 100 mL was poured into the glass jars and stored. No additives were added to the sample we used as control group. The additives were added to the jars at 1000 rpm for 5 min. ultra turrax (0.5%, 1%, 2% and 3%). Afterwards, the samples were kept at room temperature and some quality analyzes were performed at certain time intervals (0, 30, 60 and 90 days).

Three kinds of additives (sesame fiber, sugar beet fiber and lecithin) were added to the tahini and these additives were added in different ratios (0.5%, 1%, 2%, 3%). The effect of additive type, additive level and time on the separation of oil phase from liquid tahini at different times of storage (day 0, 30, 60 and 90) was investigated. In addition, the effect on pH, free fatty acid (FFA), total acidity, TBARS and conjugated diene values were studied. According to the variance analysis results, the most important effects of additive types, additive ratios and storage time were determined on all parameters ($p < 0.01$).

The main purpose of my study is to reduce the amount of oil separated from the liquid tahini and according to the results of the additives used at different levels, it is determined that the separation of the oil phase from the structure prevents up to 30% according to the control sample.

Jun 2019, 70 pages

Key words: Tahini, control group, sesame fiber, sugar beet fiber, lecithin

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüseyin GENÇCELEP'e ,

Çalışmam boyunca bana ham madde teminatımı sağlamama yardımcı olan PRO Gıda firmasında çalışan Gıda Mühendisi arkadaşım Osman Tufan YAYLA' ya

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen ve çalışmaların eğlenceli hale gelmesini sağlayan arkadaşım Barış İHTİYAR' a

Araştırmanın aşamalarını merak edip yakından ilgilenen aile fertlerime ve arkadaşlarıma, hayatım boyunca örnek aldığım ve hep yanımda olan Annem Nilüfer YETKİN'e, Babam Cemil YETKİN'e, Ağabeyim Ali Erkin YETKİN' e ve tüm yaşamım ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen Annem, Babam ve Ağabeyime çok teşekkür ederim.

Haziran 2019, Samsun

Ercan YETKİN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Susam.....	6
2.2. Tahin.....	8
2.3. Kaynak özetleri.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Tahin hazırlama işlemleri.....	15
3.2.2. Analiz yöntemleri.....	15
3.2.2.1. Sıvı tahin analizleri.....	15
3.2.2.1.1. Kuru madde analizi.....	15
3.2.2.1.2. Ham protein miktarının belirlenmesi.....	16
3.2.2.1.3. Ham yağ miktarının belirlenmesi.....	16
3.2.2.1.4. Kül miktarının belirlenmesi.....	17
3.2.2.1.5. Renk değerlerinin ölçülmesi.....	17
3.2.2.2. Katkılarda yapılan analizler.....	17
3.2.2.2.1. Su tutma kapasitesinin belirlenmesi.....	17
3.2.2.2.2. Yağ tutma kapasitesinin belirlenmesi.....	17
3.2.2.2.3. Şişme kapasitesinin belirlenmesi.....	18
3.2.2.2.4. Suda çözünme indeksi analizi.....	18
3.2.2.2.5. pH değerinin belirlenmesi.....	18
3.2.2.2.6. Renk değerlerinin ölçülmesi.....	18
3.2.2.3. Depolama analizleri.....	18
3.2.2.3.1. pH değerinin belirlenmesi.....	18
3.2.2.3.2. Ayrılan yağ oranının belirlenmesi.....	18

3.2.2.3.3. Serbest yağasitliği analizi(SYA).....	19
3.2.2.3.4. Toplam asitlik değerin belirlenmesi.....	19
3.2.2.3.5. Tiyobarbutirikasit(TBARS)sayısıbelirlenmesi.....	19
3.2.2.3.6. Konjuge dien sayısınınbelirlenmesi.....	20
3.2.2.3.7. İstatistiksel analiz.....	20
4. BULGULARVETARTIŞMA.....	21
4.1. Sıvı tahin analiz sonuçları.....	21
4.2. Katkıların analiz sonuçları.....	23
4.3. Tahinlerin depolama sırasındaki analiz sonuçları.....	27
4.3.1. pH değerializ sonuçları.....	27
4.3.2. Ayrılan yağ miktarı analiz sonuçları.....	33
4.3.3. Serbest yağ asitliği değeri analiz sonuçları	37
4.3.4. Toplam asitlik değeri analiz sonuçları.....	41
4.3.5. TBARS değeri analiz sonuçları.....	45
4.3.6. Konjuge dien değeri analiz sonuçları.....	51
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

HCl	Hidroklorik asit
mL	Mililitre
Kcal	Kilo kalori
NaOH	Sodyum hidroksit
mg	Miligram
°C	Derece

KISALTMALAR

SYA	Serbest Yağ Asitleri
TBARS	Tiyo barbutirik asit reaktif madde sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Tahinin pH değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksyonunun etkisi.....	32
Şekil 4.2.	Tahinin ayrılan yağ değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksyonunun etkisi.....	36
Şekil 4.3.	Tahinin serbest yağ asitliği değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksyonunun etkisi.....	41
Şekil 4.4.	Tahinin toplam asitlik değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksyonunun etkisi.....	45
Şekil 4.5.	Tahinin TBARS değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksyonunun etkisi.....	50
Şekil 4.6.	Tahinin konjuge dien değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksyonunun etkisi.....	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Susam tohumunun bileşimi (100 g).....	8
Çizelge 4.1.	Sıvı tahin bileşimi	21
Çizelge 4.2.	Katkıların bileşimi.....	25
Çizelge 4.3.	Katkı ilave edilmiş tahinlerin renk değerleri	27
Çizelge 4.4.	Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ortalama pH değerleri	28
Çizelge 4.5.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 4.6.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	30
Çizelge 4.7.	Farklı seviyelerde katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	31
Çizelge 4.8.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	31
Çizelge 4.9.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ortalama ayrılan yağ değerleri.....	33
Çizelge 4.10.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait varyans analizi sonuçları	34
Çizelge 4.11.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	35
Çizelge 4.12.	Farklı seviyelerde katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ miktarı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	35
Çizelge 4.13.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.14.	Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ortalama serbest yağ asitliği değerleri.....	37

Çizelge 4.15. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları	39
Çizelge 4.16. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.17. Farklı seviyelerde katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.18. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.19 Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ortalama toplam asitlik değerleri.....	42
Çizelge 4.20. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.21. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.22. Farklı seviyelerde katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.23. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.24. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ortalama TBARS değerleri.....	47
Çizelge 4.25. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait varyans analizi sonuçları	48
Çizelge 4.26. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	48

Çizelge 4.27. Farklı seviyelerde katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.28. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.29 Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ortalama konjuge dien değerleri.....	52
Çizelge 4.30. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin konjuge dien değerlerine ait varyans analizi sonuçları	53
Çizelge 4.31. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin konjuge dien değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.32. Farklı seviyelerde katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin konjuge dien değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.33. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen konjuge dien değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	54

1. GİRİŞ

Susam dünyada kültüre alınan ilk yağlı tohum bitkisi olması nedeniyle köklü bir geçmişe ve zengin bir kullanım alanına sahiptir. 5000 yılı aşkın bir süredir insanlar tarafından kullanılan bu bitki Türk kültüründe de çok önemli bir yere sahiptir. Susam, kullanımı eski zamanlardan beri süregelen ve besinsel açıdan değerli bir gıda olup, en yaygın kullanım alanları susam yağı, tahin ve tahin helvası üretimidir (Batu ve Elyıldırım, 2009). Ülkemizde susam üretim miktarı çok yüksek olmamasına rağmen özellikle kavrulmuş susam ve tahin üreticisi firmalar tarafından yoğun olarak kullanılan hammaddedir. Bu nedenle Türkiye, dünyada en fazla susam ithalatı yapan ülkeler arasında yer almaktadır (FAOSTAT, 2017). Ülkemiz genelinde kültürel geleneklerimize göre bölgesel olarak üretilip tüketilen ve endüstriyel ölçekte de üretilen farklı gıdalar vardır. Bunlardan biri olan tahin; halk arasında yaygın olarak şeker, bal veya pekmezle karıştırılarak tüketilmektedir (Özcan, 1993; Güven vd, 2007).

Susamdan tahin eldesi, kabuk ayırma, kurutma, kavurma ve öğütme aşamalarından oluşmaktadır. Tuzlu su ile yoğunluk farkından yararlanılarak susamın kabukları ayrılmakta, ortaya susam içi çıkmaktadır. Susam içi yıkanarak tuzundan arındırılmakta, kavrulup elendikten sonra öğütülmektedir. Öğütülen kavrulmuş susam içeri, son ürün olan tahini oluşturmaktadır. Bu işlemler sırasında susamdan son ürün tahine kadar olan üretim aşamalarında fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerde değişimler meydana gelmektedir (Özcan, 1993; Güven vd, 2007).

Susam tanesinin %15-18'i tahin üretim prosesinde kabuk ve kepek olarak ayrılmaktadır. Geriye kalan kısım ise öğütülerek tahin üretilmektedir. Böylelikle 100 kg susamdan 82-85 kg tahin elde edilebilmektedir (Görgüç, 2018). Tahin, üretimi esnasında kabuk ayırma işleminden dolayı mineral madde, özellikle kalsiyum kaybına uğramaktadır. Kabuk ve kepek kısmı yüksek oranda oksalik asit (>%3), kalsiyum ve selenyum içeriğinden dolayı acı bir tada sahiptir. Aynı zamanda kuru maddede %1,44 oranında bulunan fitalatlar ve fitik asit (>%2), çinko, demir ve kalsiyum gibi metallerle kompleks oluşturmaktadır. Böylelikle bu mineraller sindirim sisteminde absorbe edilememektedir. Bu nedenlerle tahin üretiminde kullanılacak susamlar kabuk kısmından arındırılmaktadır (Lokumcu, 2000; Bandyopadhyay vd, 2002; Liu ve Chiang, 2008; Cano-Medina vd, 2011).

Tahin, %60 yağ, %26 protein ve zengin B kompleks vitaminleri, yüksek değerli protein (başlıca esansiyel amino asitlerden olan metionin) bulunması açısından değerli bir gıda olarak sayılmaktadır (Batu ve Elyıldırım, 2009). (Özcan, 1993; Karakahya, 2006). Tahin, hammaddesi olan susamdan dolayı kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, fosfor gibi mineral maddeler ve besinsel lif açısından zengindir ayrıca susam, sesamin ve sesamolin gibi bileşikler içerir. Sesamin ve sesamolin bitkilerde bulunan lignan grubu bileşikler olup polifenolik yapıda, güçlü antioksidanlardır. Susam, bitkilerde bulunan ve kimyasal yapı olarak kolesterolün yapısına benzeyen fitosterollerce de zengindir. Diyetle alınan fitosterollerin, kan kolesterol seviyesini düşürdüğü, bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve kanser riskini azalttığı bilinmektedir (Güven vd, 2007).

Tüm gıdalar üretim, taşıma, depolama ve kullanımları süresince çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu bozulabilmektedir (Yıldız ve Gürcan, 1996). Yüksek yağ içeriğine sahip gıdalarda karşılaşılabilecek en önemli bozulma mekanizması ürünün acılaşmasıdır. Ürünlerin duyuşal özelliklerini etkileyen acılaşma reaksiyonları hidrolitik ve oksidatif olmak üzere iki çeşittir (Hamilton, 1989). Hidrolitik acılaşma, yağların yağ asitleri ve gliserole hidroliz reaksiyonu ile parçalanması olarak tanımlanmaktadır. Hidroliz reaksiyonları enzimatik olabileceği gibi spontane olarak da gerçekleşebilmektedir. Her iki durumda da reaksiyonun gerçekleşebilmesi için ortamda suyun bulunması gerekmektedir (Hamilton, 1989; Minifie, 1989). Fındık, badem ve benzeri ürünlerde doğal olarak bulunan lipaz hidroliz reaksiyonunu katalizlemektedir ancak bu tip ürünlerin işlenmeleri sırasında maruz kaldıkları yüksek sıcaklıklar lipaz enziminin inaktive edilmesini sağlayabilmektedir (Özçelik ve Evranuz, 1998). Ürünlerde lipaz üreten mikroorganizmaların bulunması da yağların parçalanmasına neden olabilmekte ve ürünlerin acılaşmasında rol oynayabilmektedir (Hamilton, 1989). Sonuçta sabunumsu tat açığa çıkmasına neden olarak ürünün tadını etkileyen hidrolitik reaksiyonlar, soğukta muhafaza, uygun paketlenme ve sterilizasyonla minimize edilebilmektedir (Hamilton, 1989).

Dayanıklılığı en düşük olan makro bileşik olan yağlar ve yağ içeren gıdalarda lezzet kaybına neden olan diğer bir önemli acılaşma tipi oksidatif acılaşmadır (Hamilton, 1989). Yağın oksidasyonu sonucunda oluşan ürünler, gıdanın duyuşal özelliklerini olumsuz etkiledikleri gibi proteinler, enzimler ve benzeri gıda bileşenleri ile reaksiyona girerek gıdanın besin değerinde de azalmaya neden olmaktadır.

Otooksidasyon olarak da ifade edilen oksidatif acılařma aktivasyon enerjisinin dűřűk olması nedeniyle, depolama sıcaklıęının dűřűrűlmesiyle durdurulamamaktadır (Hamilton, 1989). Lipid oksidasyonunu etkileyen faktűrler arasında; sıcaklık, gıdanın su aktivitesi, doymamıř yaę asidi ięerięi, kullanılabilir oksijen miktarı, antioksidanların varlıęı, ıřıęa maruz kalma ve metaller yer almaktadır.

Gıdalarda acılařmanın takip edilebilmesi ięin pek ęok metot kullanılmaktadır. őrűn bazında kullanılan teknikler hassasiyetleri gűz űnűne alındıęında farklılık gűstermektedir. Acılařma ۆlęűm yűntemleri olarak; serbest yaę asitlięi (SYA) analizi, peroksit deęeri, TBA (2-thiobarbűtirik asit) testi, Kreis testi, Anisidine deęeri, toplam ve uęucu karbonil bileřenlerinin belirlenmesi gibi kimyasal metotlar; duyuusal analizler (tat ve koku testleri), spektroskopik, infrared spektroskopi, refraktometrik, kromatografik (GC ve HPLC), ve kolorometrik gibi fiziksel metotlar sayılabilmektedir (Őzęelik ve Evranuz, 1998) ancak bir ęok gıdaya uygulanabilir olmaları dolayısıyla, oksidatif acılařmanın ۆlęűlmesi ięin peroksit analizi, hidrolitik acılařmanın ۆlęűlmesi ięin de serbest yaę asitlięi analizi yapılmaktadır (Rossell, 1989) ancak oksidasyon reaksiyonunun ara őrűnű olan peroksitler ileriki basamaklarda bařka őrűnlere dűnűřtűęű gűz űnűne alındıęında yaęın acılařmasıyla ilgili zaman zaman yanlış yorumlar yapılmasına neden olabilmektedir (Rossell, 1989; Kristott, 2000).

Oksidasyon, gıdalarda ęoęunlukla kimyasal deęiřime neden olmaktadır. Bu deęiřim sonucunda acılařma, renk, tat, koku, tekstűr ve gıda gűvenlięi gibi besinsel kalitede bozulma bu durumlarda geręekleřmektedir. Bu deęiřim sonucu oluřan őrűnler birincil ve ikincil oksidasyon őrűnleri olarak sınıflandırılabilir (Antolovich vd, 2001). Yaęların oksidasyonu sonucu oluřan birincil oksidasyon őrűnleri lipid radikalleri hidroperoksitler, konjuge dienler, trienlerdir. Lipid peroksi radikali ve hidroperoksit oluřum oranı oksijen varlıęına ve sıcaklıęa baęlıdır (Choe vd, 2006). Yaęların birincil bozulma őrűnlerinden biri olan hidroperoksit oranı, yaęların oksidasyonu hakkında fikir verir.

Birincil oksidasyon őrűnlerinden olan lipid hidroperoksitler oda sıcaklıęında ve metallerin bulunmadıęı ortamda kısmen stabildir ancak metallerin bulunmasıyla yűksek sıcaklıkta alkoksi radikallerine paręalanırlar ve sonra aldehitler, ketonlar esterler, alkoller ve kısa zincirli hidrokarbonlar oluřur. (Choe vd, 2006). Birincil oksidasyon őrűnleri renksiz ve kokusuzken ikincil oksidasyon őrűnleri kokusu olan őrűnlerdir (Shahidi, 2002).

Süspansiyonlar iki fazlı heterojen sistemlerdir. Dış faz (devamlı faz, sürekli faz) sıvı veya bir yarı-katıdır. İç faz (dağılan faz) ise dış fazda çözünmeyen katı partiküllerden meydana gelmektedir. Bu iki maddeden biri, diğeri içinde dağılmış haldedir. Bu dağılan kısma dispers faz, içinde dağıldığı ortama dispersiyon ortamı adı verilir. Dispers fazdaki damlacıkların büyüklükleri önemlidir ve bunlar genellikle 1-10 mikron çapındadır. 0.1 mikron çapın altında damlacıklar içeren dispersiyona kolloidal çözelti denir. Parçacıkların büyüklüğü bu kadar küçük olunca dispersiyonun sürekli stabilitesine, sürekli fazdaki molekül hareketleri de yardımcı olmaktadır. Dispers faz damlacıklarının birleşmesi sürekli fazdaki sıvının artan viskozitesi tarafından da engellenmektedir. Sıvıların yoğunluklarının birbirine yakın olması da yerçekiminin etkisiyle oluşacak ayrılmayı azaltmaktadır. Stabil süspansiyonlarda iç faz yani dağılan damlacıklar sürekli bir süspansiyon halinde kalarak karışımın homojen olmasını sağlamaktadır. Stabil olmayan bir süspansiyonda ise sürekli faz içerisinde dağılan damlacıkların birleşip kaynaşma (flokülasyon, koalesans) eğiliminde oldukları belirtilmektedir. Süspansiyonlarda; uzun süre içinde değişiklik olmadan kalıyorsa, zerrecikler kümeleşmiyor, çökmüyor veya yukarı çıkmıyorsa stabildir. Kıvam artırıcılar ise sürekli fazın viskozitesini artırarak dağılan fazın stabil kalmasını sağlayan bileşenlerdir. Süspansiyon ajanları viskoziteyi artırmak ve çökmeyi yavaşlatmak amacıyla kullanılırlar. Kullanım oranları süspansiyon ajanının türüne bağlı olarak % 0.1-10 arasında değişmektedir. İdeal bir süspansiyon ajanının özellikleri değerlendirildiğinde, yapılı (kıvamlı) taşıyıcılar oluşturabilmeli, yani süspansiyonun raf ömrü boyunca floküle veya defloküle haldeki partikülleri süspande (asılı) halde tutabilmelidir. Akış özellikleri plastik, psodoplastik veya tiksotropik olmalıdır. Partikülleri süspande edebilecek kadar yüksek viskozitede olmalı, ama süspansiyonun akıcılığını ve çalkalanmasını etkilemeyecek kadar da düşük viskozitede olmalıdır. Selüloz türevleri, killeri, doğal zamlar ve çeşitli değişik ajanlar süspansiyon ajanı olarak kullanılabilir. İyi bir süspansiyon formülasyonu hazırlayabilmek için önerilen en iyi yollardan biri, floküle olmuş partikülleri bir yapılı taşıyıcı içinde tutmaktır. Burada önemli olan, flokülasyon ajanı ile yapılı taşıyıcı arasında geçimsizlik görülmemesidir.

Susamın farklı işlemlere tabi tutulması ile elde edilen tahin besin değeri zengin ve uzun yıllardır kullanılan bir gıdadır. Tahin yüksek oranda protein ve yağ içeren

kolloidal bir yapıya sahiptir. Tahin esas olarak susam yağı ve bu yağ içinde dağılmış hidrofilik katılardan oluşan bir süspansiyondur. Tahinin yapısında bulunan %55-%60 oranındaki yağ depolama sırasında diğer yapılardan ayrılmaktadır. Yağ ayrışması doğal bir olay olmasına rağmen tüketiciler tarafından arzu edilmemekte, ürün bozuk veya kalitesiz olarak nitelendirilmektedir. Depolama süreci boyunca yağ tamamen ayrılmakta ve ambalajın dibindeki ürün katılaşarak, kullanımı zorlaşmaktadır. Tahinin en belirgin karakteristik fiziki özelliği, uzun süreli depolama sonucunda yoğunluk farkı nedeniyle gerçekleşen yağ fazı ayrılması ve partikül sedimentasyonudur (Evlogimenou vd, 2017).

Bu çalışmada; tahinin oda sıcaklığında depolanması sırasında gerçekleşen yağ fazı ayrılmasını önlemek veya en aza indirmek amacıyla, tahin içerisine ilave edilen bazı liflerin süspansiyonunun viskozitesini yükselterek yağın yapıdan ayrılmasına engel oluşturmak, lesitinin ise emülgatör özellik göstererek etki etmesini ve bu süre boyunca üründe meydana gelen bazı değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Susam

Susam, *Pedaliaceae* yani adını aldığı Susamgiller familyasından, tek yıllık otsu bir bitkidir. Toplam 16 cinsinin ve 60 türünün 37'si *Sesamum* cinsinden olup bunlardan sadece *Sesamum indicum* L.'nin kültürü yapılmaktadır. Boyu 40 cm.'den 2 m.'ye kadar ulaşabilmektedir. Yetiştiriliş amacı olan yağ oranı yüksek tohumlarının boyu ise ortalama 2–4 mm. arasında değişmektedir. Yağlı tohumlular arasında değerlendirilmesine neden olan ve ortalama %40–60 (%60'ı aştığı da belirtilmektedir.) oranında yağ içeren susam bu açıdan kıymetli bir yağ bitkisidir. Ortalama 100 gram susamda 49.6 gram saf yağ bulunmaktadır ve 17.7 gramı da proteindir. Susamın protein içeriği işlendikten sonra arta kalan küspesi yani kabuğu % 40' lık bir oranı teşkil etmektedir ki bu da hayvan beslenmesinde önemli bir katkı malzemesi olarak değerini artırmaktadır. Susamın yağlı tohumlu bitkiler içerisindeki önemi elde edilen iyi kalitede yağın antioksidan içeriği açısından üstün vasıflı olmasından kaynaklanmaktadır. Susamın kapsül adı verilen 3–3.5 cm uzunluğundaki meyvelerinin içerisinde ortalama 60 ila 70 civarında tohum bulunur. Ortalama bin tane ağırlığı ise 2 ila 5 g arasında değişmektedir. Susam kapsülleri olgunlaşmaya başladığında uçlarından itibaren çatlamaya başlayarak tohumlarını saçmaya başlar ki çiftçinin bu açıdan hasat zamanına dikkat etmesi gerekir (Lokumcu, 2000).

Susam aynı zamanda bilinen en eski gıda kaynaklarından biridir (Işık 1995). Özellikle tohumlarını elde etmek amacıyla susam bitkisi üretimi Ege ve Akdeniz bölgelerinde yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Susamın %44-54 gibi önemli bir kısmını susam yağı oluşturmaktadır. Susam yağı oksidasyona karşı bazı antioksidan maddeler içermektedir. Bu maddeler susam yağı içerisinde bulunan sesamolin maddesinin hidrolizasyonu sonunda meydana gelen sesamol maddesi ve diğer bazı maddelerdir. Susam yağının üstün oksidasyon stabilitesinin sesamole bağımlı olduğunun ve ana yağ asidi içeriği olarak da %37-49 arası oleik asit ve %35-47 arası linoleik asit içerdiği belirtilmiştir (Nas vd. 2001) ayrıca susam tohumları %50–60 yağ ve %25 protein bulunduran bir yağ bitkisidir (Işık 1995). Susam danesinin % 15-18' si en fazla % 20' si kabuk olarak ayrılmaktadır. Geriye kalan kısım öğütülerek tahin haline getirilir. Böylece 100 kg susamdan en az 80 kg tahin elde edilebilir. (Lokumcu, 2000).

Susam tohumu esansiyel yağ içermez, kavrulduktan sonra çok az bir fındıksı tada ve kokuya sahip olmaktadır. Kokusu da çok az fındık kokusuna benzemektedir. Siyah renkli olanları açık renklilere göre daha kuvvetli bir tada sahiptir. Susam tohumu küçük, oval şekilli ve düzdür. Tohumlar 2.5–3 mm uzunluğunda ve 1.5 mm genişliğindedir. 100 tane susam ağırlığı 0.3 g' dır. Temizlenmiş ve kurutulmuş susam tohumlarının depolanması sırasında, fareler ve böcekler dışında, hiçbir problem görülmemektedir.

Kabuk, tohum ağırlığın %10-20 ' si kadardır. Susam kabuğu yüksek bileşimde okzalik asit, kalsiyum ve selenyum içermesi nedeniyle acımsı bir tada sahiptir. İnsanların tüketimi içinde belirli sınırlamaları vardır. Özellikle tahin yapımı sırasında kabukları soyulduğundan kalsiyumla bağlı formda bulunan okzalıklar uzaklaştırılmış olur. (Lokumcu, 2000).

Susamdan elde edilen tahinde ortalama %54 oranında yağ, %28 oranında yüksek değerli proteinin ve B vitaminlerinin bulunduğu bildirilmekte bu nedenle de tahin beslenme açısından kıymetli bir gıda maddesi olarak görülmektedir ayrıca susamın iyi bir mangan ve bakır kaynağı olmasının yanında kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, fosfor ve besinsel lif yönünden de zengin bir gıda maddesi olduğu ifade edilmektedir. Susamın, sesamin ve sesamolin bileşiklerini içerdiği ve söz konusu bu maddelerin sadece susama özgü olduğu belirtilmektedir. Sesamin ve sesamolin, bitkilerde bulunan lignan grubu bileşikler olup polifenolik yapı sergilemektedirler. Bu nedenle, sesamin ve sesamolin güçlü antioksidatif etkiye sahip olup, karaciğeri koruyucu özellik göstermektedirler. Susamın, bitkilerde bulunan ve kimyasal yapı olarak kolesterolün yapısına benzeyen fitosterol (400-413 mg/100 g) yönünden de zengin bir kaynak olduğu belirtilmektedir. Diyetle alınan fitosterollerin kan kolesterol seviyesini düşürdüğü, bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve kanser riskini azalttığı bilinmektedir ayrıca susam tohumunda kuru bazda %1.44 oranında bulunan fitatlar, metal bağlayan bileşiklerdir. Bunlar çinko, demir ve kalsiyum gibi çözünür olmayan metallerle kompleks oluşturur. Bu kompleksler sindirim sisteminde absorbe edilmez (Lokumcu, 2000; Güneşer, 2009).

Susamın ana bileşenleri arasında yağ, protein, karbonhidrattır ve az miktarda çeşitli mineraller ve vitaminler bulunmaktadır. Aşağıda kahverengi susam tohumu bileşimi gösterilmektedir (Lokumcu, 2000).

Çizelge 2.1. Susam tohumunun bileşimi (100 g)

Bileşim öğeleri	Miktar	Bileşim öğeleri	Miktar
Enerji (kcal)	578.0	Fe (mg)	9. 6
Nem (%)	4. 7	Na (mg)	2.0
Yağ (g)	51. 9	K (mg)	400.0
Protein(g)	19. 8	Vitamin A (IU)	0,0
Karbonhidrat (g)	18. 4	Karoten (mg)	17.0
Lif (g)	10. 8	Vitamin B1 (mg)	0. 95
Kül (g)	5. 2	Vitamin B2 (mg)	0. 25
Ca (mg)	1200.0	Niasin (mg)	5. 1
Mg (mg)	370.0	Vitamin C	0,0
P (mg)	540.0		

2.2. Tahin

Tahin; tahine işlemeye uygun susam tohumlarının tekniğine uygun olarak kabukları ayrıldıktan ve fırında kurutulup kavrulduktan sonra değirmende ezilmesi ile elde edilen işlenmiş bir üründür (Karakahya ve Yılmaz, 2006). Tahin, yağ içinde protein içeren hidrofilik partiküllerin oluşturduğu konsantre kolloidal bir süspansiyondur. Süspansiyon bir akış alanında rastgele dağılmış partiküllerden oluşmaktadır. Süspansiyonlar genellikle üç gruba ayrılmaktadırlar: sıvı ortamdaki katı partiküller (çoğunlukla süspansiyon terimi bu grup için kullanılmaktadır), sıvı ortamdaki sıvı damlacıklar (emülsiyon) ve sıvı ortamdaki gaz (köpük). Bütün bu gruplar çeşitli endüstriyel uygulamalarda büyük bir öneme sahiptir (Lindner ve Kinsella, 1991).

Susamdan tahin üretimi: Bu aşamada susamlar ilk olarak taş toprak gibi yabancı maddelerden temizlenmesi için büyük havuzlarda suda bekletilmektedir. Kaba pisliklerinden ayrılan susamlar belirli derişimler de tuz (NaCl) içeren çözeltilerde (%15-18) 5-6 saat bekletilerek kabukların ayrılması sağlanmaktadır. Kabukları ayrılan susamlar daha sonra yıkanarak tuz uzaklaştırılmaktadır. Tuz uzaklaştırma aşaması önemli bir aşama olarak görülmektedir çünkü susamlarda tuzlu kalması üretilen helvada çatlamaların meydana gelmesine ve tadının bozulmasına neden olmaktadır.

Tuzu uzaklaştırılan susamlar belli miktardaki kireçli suda bekletilmekte ve sonrasında fazla suyun uzaklaştırılması için susamlar santrüfjlenmektedir. Susamların kireçli suda (kalsiyum hidroksit) bekletilmesi sonucunda susamın kavurma işlemi boyunca rengini değiştirmeden homojen bir şekilde kavrulması sağlanmaktadır. Santrüfjleme işlemi sonucu suyu uzaklaştırılan susamlar, döner kazanlarda 150-200 °C’de 1-2 saat kavrulmakta ve soğutulmaktadır. Soğumuş susamlar zımparalı değirmenden geçirilerek öğütülmekte ve belli bir kıvamda tahin elde edilmektedir. Daha sonra elde edilen tahin, küçük depolara alınarak dinlendirilmektedir. Tahinin ayrıca ekonomik bir değeri bulunmakta ve ayrı bir ürün olarak tüketime sunulabilmektedir.

Tahin, başka bir söylemle susam ezmesidir ve farklı bölgelerde tahin; benne, simsim, dişeti ve tahin olarak adlandırılmıştır. Orta Doğu, Çin ve Akdeniz ülkelerinde yerel gıda olarak kullanılır. Tahin helvada ana hammadde olarak kullanılır ve Türkiye’de pekmez, bal ve bazı yöresel yemeklerle karışım halinde tüketilir (Özcan ve Akgül, 1994). Orta Doğu halkı arasında susam ezmesinin popülaritesi, bölgedeki birçok popüler gıdada kullanımıyla kanıtlanmaktadır.

Orta Doğu bölgelerinde çok popüler olan “Baba ganouj” un elde edilmesi için ürün “Humus tehineh” olarak adlandırılır veya patlıcanlarla karıştırılır, ayrıca baklagiller ve taze yeşil sebzelerle bir salata şeklinde karıştırılır. Bazı ekmek türlerine susam ezmesi de eklenir ve balık ve et için sos olarak kullanılır ve helva (~% 50) ve diğer tatlılar, hamur işleri ve atıştırmalık yiyeceklerin ana bileşenidir (Sawaya, 1985). Tahin protein açısından zengin olduğu ve insan yaşamı için en iyi enerji kaynaklarından biri olduğu bilinmektedir.

Türk Gıda Kodeksi tahin tebliğine göre tahin; tahin üretimine uygun susam (*Sesamum indicum* L.) tohumlarının tekniğine uygun olarak kabukları ayrıldıktan ve fırında kurutulup kavrulduktan sonra değirmende ezilmesi ile elde edilen üründür (Anonim, 2017). Tebliğ’ e göre, tahinde susam yağının kütlege en az % 50, rutubetin en çok % 1.5, proteinin en az % 20, kül en çok % 3.2, acılığın (Kreis) negatif, asitliğinin (oleik asit cinsinden) en çok % 2.4 olması ve yabancı madde bulunmaması (nişasta hariç) gerekmektedir (Anonim, 2017).

Tahinin, kabuksuz susam tohumlarının öğütülmesi ile elde edilen bir ürün olmasından dolayı besin değerinin susam tohumlarından daha fazla olduğu ve bileşiminde yüksek oranda yağ içermesi nedeniyle kıvamlı bir sıvı olduğu

belirtilmektedir (Güven vd, 2007). Partikül boyutu dağılımı konsantre süspansiyonlar için önemlidir. Yapılan bir çalışmada tahinin %14' ü 100-500 µm ve %76' sının 10 µm' den küçük partikül boyutunda olduğu belirlenmiştir. Partikül boyutu küçük olan fraksiyon miktarının fazla olmasının, tahinde istenmeyen yağ ayrışmasında etkin olduğu bildirilmiştir (Lindner ve Kinsella, 1991).

Tahin yüksek bir besin değerindedir; yağlar bakımından zengin olduğu (ağırlıkça% 57-65); proteinler (ağırlıkça% 23-27); karbonhidrat (ağırlıkça% 6.4-9), niasin (4.5 mg / 100 mg), tiamin (1.08 mg / 100 g), kalsiyum (100 mg / 100g), fosfor (807-840 mg / 100 mg) gibi bazı mineralleri ve demir (9 mg / 100 g) içermektedir (Abu-Jdayil vd., 1965). Tahin küçük çocuklar için ideal bir protein kaynağıdır ve aktif insanlar ve sporcular için hızlı bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Tahine ilgi ilginç bir olayla popüler olmuştur. Hem II. Dünya Savaşı hem de Kore Savaşı sırasında, Türk havacıları fiziksel ve zihinsel dayanıklılıklarıyla tanındılar. Araştırma sonucunda tahinin günlük diyetinin önemli bir parçası olduğu keşfedildi. O zamandan beri, etnik yiyeceklere olan ilginin artması tahini pek çok insanla tanıştırmıştır.

Tahin helvasında kullanılan ana madde olan tahin %60 yağ, %26 yüksek değerli protein ve B grubu vitaminleri içermesinden dolayı çok kaliteli bir gıda sayılmaktadır. Tahin sevilerek tüketilen salata, meze, unlu mamüllerde kullanıldığı gibi ülkemizde pekmez ve balla karıştırılarak tüketilen bir gıdadır ancak en büyük kullanım alanı tahin helvası üretimidir (Yurdagel ve Baysal 1996).

Tahinin yaklaşık kimyasal kompozisyonunu, yüksek oranda yağ (% 58.9) ve protein (% 24.7), düşük oranda ham selüloz (% 2.3) ve nem (<%1.0) ve önemli miktarda kül (% 3.0) oluşturmaktadır (Kömez 2002). Tahindeki yağ yüksek oranda (% 82) doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Oleik (% 42.4) ve linoleik (% 39.7) asit doymamış yağ asitlerinin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (% 9.8) ve stearik asit' de (% 6.4) bulunmaktadır. Oleik asit, linoleik asit, palmitik ve stearik asit tahindeki toplam yağ asitlerinin % 98'ini oluşturmaktadır (Kömez, 2002).

Nas vd. (2001), susam yağının bazı antioksidan maddeleri içerdiğini bildirmektedirler. Susam yağının üstün oksidasyon stabilitesinin sesamole bağlı olduğunun ve esas yağ asidi muhtevası olarak da %37-49 arası oleik asit ve %35-47 arası linoleik asit olduğunu belirtmişlerdir.

2.3. Kaynak Özetleri

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

Özcan ve Akgül (1994) yapmış oldukları çalışmada farklı yerlerden topladıkları 11 adet tahin örneklerinin bileşimlerini incelemişlerdir. Tahin örneklerinin bileşimlerinde ortalama %98.4 kuru madde, %20.30 protein, %55.27 yağ, %3.71 toplam selüloz, %0.38 tuz ve %2.96 kül bulunduğunu belirlemişlerdir. Tahinin protein, yağ ve mineral bakımından çok zengin bir içeriğe sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Elleuch vd, (2007) yapmış oldukları bir çalışmada, susam tohumlarının ortalama bileşiminin %95.29 kuru madde, %25.77 protein, %52.24 yağ, %19.33 toplam lif, %0.08 nişasta ve %4.68 külden oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Akbulut ve Çoklar (2008), Konya ve Bozkır tahini üzerine yaptıkları çalışmada, Bozkır tahinlerinde ortalama %98.86 kuru madde, %21.76 protein, %52.90 yağ, %6.13 toplam lif ve %4.12 kül bulunduğunu belirlemişlerdir. Konya tahinlerinde ortalama %98.14 kuru madde, %23.77 protein, %55.42 yağ, %3.11 toplam lif ve %2.18 kül bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Tahinin yaklaşık kimyasal kompozisyonunu belirlemek amacıyla yapılan çalışma da yüksek oranda yağ (% 54-65) ve protein (% 17-27), % 6.4-21 arasında karbonhidrat, % 9.3 besinsel lif, düşük oranda ham selüloz (% 2.3) ve nem (<%1.0) ve önemli miktarda kül (% 3.0) bulunduğu belirlenmiştir (Arslan vd, 2005; Meydani, 2008).

Özcan (1993), farklı işletmelerden sağlanmış 11 tahin örneğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yağ asitleri bileşimini incelemiştir. Analiz edilen tahin örneklerinde, % 0.39-1.47 su, % 2.60-3.70 kül, % 17.88-24.27 ham protein, % 46.9-58.70 ham yağ, % 3.25-4.70 ham selüloz ve % 0.22-0.69 tuz belirlemiştir.

Tahin örneklerinin yağlarında fiziksel ve kimyasal özelliklerin değişimini inceleyen Özcan ve Akgül (1994), bu örneklerde; kırılma indisini 1.4707-1.4716, serbest yağ asitlerini % 0.21-0.95, peroksit sayısını 1.63-2.99, iyot sayısını 110.61-118.27, sabunlaşma sayısını 179.10-197.10, sabunlaşmayan maddeyi 1.03-1.76 olarak belirlemişlerdir.

Tahindeki yağ, yüksek oranda (% 82) doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Oleik (% 42.4) ve linoleik (% 39.7) asit doymamış yağ asitlerinin büyük çoğunluğunu meydana getirmektedir, doymuş yağ asitlerinden ise palmitik asit (% 9.8) ve stearik asit (% 6.4) bakımından baskın olduğu belirlenmiştir. Tahindeki toplam yağ asitlerinin % 98'ini oleik, linoleik, palmitik ve stearik asit oluşturmaktadır (Kömez, 2002). Özcan (1993) tahin yağının % 9.55-10.32 palmitik, % iz stearik, % 37.42-45.04 oleik, % 43.25-52.34 linoleik, % 0.34-1.93 linolenik ve % iz-0.82 araşidik asit içerdiğini belirlemiştir ayrıca tahin yağının susam yağına göre daha düşük nispi yoğunluk, serbest yağ asitleri ve peroksit sayısına, daha yüksek kırılma indisi ve sabunlaşmayan maddeye sahip olduğunu bildirmiştir.

Susam proteininin fraksiyonlara ayrılması ve tanınması üzerine yapılan bir çalışmada, birkaç ekstraksiyonla toplam proteinin % 76.9' u ayrılmıştır. Bunun % 51.7' sinin globulin, % 11.1' inin glutelin, % 10.5' inin albumin ve % 3.6' sının prolamin olduğu belirlenmiştir (Özcan, 1993).

El-Adawy ve Mansour (2000), tahin proteinlerini FAO/WHO referans örnekleri ile karşılaştırmış, örneklerde kükürt içeren amino asitlerin ve aromatik amino asitlerin (özellikle triptofanın) daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Tahinin önemli bir B vitamini kaynağı olduğu, B grubu vitaminlerden niasin için iyi bir kaynak olduğu bilinmektedir. Bunun yanında diğer yağlı tohumlara kıyasla daha düşük oranlarda piridoksin ve pantotenik asit de içermektedir (El-Adawy ve Mansour, 2000).

Susam tohumlarıyla karşılaştırıldığında, tahinin kalsiyum miktarı daha düşüktür. Bunun nedeni, kalsiyumun % 80' ini içeren susam kabuğunun soyulmasıdır

ayrıca genel olarak, tahinin fosfor (692 mg/100g) ve magnezyum (362 mg/kg) miktarı da susam tohumundan (872 mg/100g; 521 mg/ 100g) daha düşüktür. Bakır (1.96 mg/100g), mangan (1.46 mg/100g) ve çinko (7.82 mg/100g) gibi mikroelementler ise karşılaştırılabilir miktarlardadır. Tahinin selenyum (0.05 mg/100g) miktarı düşüktür (El-Adawy ve Mansour, 2000; Meydani, 2008).

Susam yağının, diğer bitkisel yağlara kıyasla, oksidasyona karşı daha yüksek stabiliteye ve kayda değer oranda antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Yapısında bulunan sesamin, sesamolin gibi antioksidan özelliğe sahip bileşikler sayesinde tahin, oksidatif bozulmaya ve acılaşmaya karşı koyabilmekte ve böylece raf ömrü uzamaktadır. Sesamin' in % 90' ı kavurma aşamasından sonra bozulmadan kalabilmektedir (Altay ve Ak, 2005; Arslan vd, 2005).

Tahinin yağ salma probleminin giderilmesi ve depolama dayanıklılığının artırılması amacıyla tahinin partikül boyutu ve sıcaklığın etkisinin incelendiği bir çalışmada (Çiftçi vd 2007); 20 °C' de depolanan tahinlerde yağ ayrılmasının tanecik boyutu azaldıkça yükseldiğini ancak sıcaklığın 10°C yükselmesiyle depolama dayanıklılığının tanecik boyutundan bağımsız hale geldiğini belirtmişlerdir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tahinin depolama stabilitesinin hem tanecik boyutuna hem de sıcaklığa bağlı olduğunu ancak sıcaklığın stabiliteye etkisinin tane boyutundan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, 20 °C, 30°C ve 40°C depolama sıcaklıklarında tahin için kritik tanecik boyutunun 5 µm olduğunu belirlemişlerdir.

Başdoğan (2016) Tahinde faz ayrılmasını engellemek amacıyla yapılan çalışmada tahinin yapısında bulunan %55-%60 yağın depolama sırasında diğer yapılardan ayrılarak yoğunluk farkı sebebiyle yüzeyde biriktiği belirtilmiştir. Yağ ayrışması doğal bir olay olmasına rağmen tüketiciler tarafından arzu edilmemekte, ürün bozuk veya kalitesiz olarak nitelendirilmektedir. Depolama süreci boyunca yağ tamamen ayrırmakta ve ambalajın dibindeki ürün katılarak kullanımı zorlaşmaktadır. Tahinde meydana gelen bu yağ ayrışmasını önlemek ve en aza indirmek amacıyla ısısal olmayan gıda işleme yöntemlerinden biri olan ultrases (ultrasound) tekniği bu amaçla kullanılması hedeflenmiştir. Ultrases farklı frekanslardaki ses dalgalarının ortam içerisinde oluşturduğu kavitasyon sayesinde ürünlerde homojenizasyon etkisi oluşturmaktadır. Bu etki ürünlerdeki parçacıkların boyutunun küçülmesini sağlayarak daha homojen bir yapı oluşturur. Böylece ürünün daha uzun süre stabil kalması ve ayrışmanın gecikmesi öngörülmüştür. Çalışma

kapsamında tahindeki yağ ayrışmasını önlemek amacıyla tahin örneklerine farklı dalga genliği seviyeleri ve akış hızlarında sürekli sistem ultrasonik homojenizatör ile işlem yapılmıştır. Ultrasonik homojenizatörden geçirilmiş örnekler, hiç işlem görmemiş ve emülgatör olarak lesitin ilave edilmiş örnekler ile karşılaştırılarak sistemin endüstride kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ürünlerin karşılaştırılması sırasında sedimentasyon, renk, peroksit sayısı, partikül büyüklüğü, emülsiyon stabilitesi, duyusal ve reolojik özellikleri araştırılmıştır. Numunelerin 6 aylık depolama sonuçlarında ise %50 genlik gücünde ultrases uygulanan numunelerin kontrol numunesinden önemli seviyede farklı olmadığı, %75 ve %100 genlik gücünde ultrases uygulanan tahinlerdeki yağ ayrılmasının ise kontrol numunesine göre %23 daha az olduğu tespit edilmiştir ayrıca ultrases işlemi ürünlerde reolojik özellikleri üzerine önemli bir değişime sebep olmazken aşırı ultrases uygulamasının hem ürün sıcaklığını aşırı artırdığı hem de duyusal özellikleri olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak duyusal özellikleri önemli seviyede etkilemeyen %100 genlikte 1-2 dk ve %75 genlikte 3 dk' lık ultrasonik homojenizasyon uygulamalarının endüstriyel olarak kullanılabilme potansiyelinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak sıvı tahin, şeker pancarı lifi, susam lifi ve soya lesitini kullanılmıştır. Sıvı tahin Samsun piyasasından temin edilmiştir. Sıvı tahin PROGIDA firmasından üretimi takiben hemen alınmış ve laboratuvara getirilerek çalışmaya başlanmıştır. Şeker pancarı lifi (SBF, Fibrex 600) Danimarka' da Nordic Şeker' den satın alınmıştır. Soya lesitini ise (toz soya lesitini) Tito Gıda, İSTANBUL' dan temin edilmiştir. Susam lifini ise (Progıda/SAMSUN' dan) küspe olarak alınan atığın su ile defalarca yıkanması sonucu kalan kısmın etüvde (40 °C) kurutulması ile elde edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tahin Hazırlama İşlemleri

Fabrikada yeni üretilmiş sıvı tahin alındıktan sonra laboratuvara getirildi ve cam kavanozlara 100' er ml olmak üzere dökülmüştür. Kontrol grubu olarak kullandığımız örneğin içerisine hiçbir katkı ilave edilmemiştir. Katkılar ise örnekler kavanozlara konulmadan önce tartılan katkı miktarları gerekli hacimlerdeki tahinlere 1000 rpmde 5 dak. ultra turrax ile karıştırılarak (%0.5, %1, %2 ve %3 oranlarında) ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler oda sıcaklığında bekletilerek belirli zaman (0., 30.,60. ve 90. gün) hedeflenen analizleri yapılmıştır.

3.2.2 Analiz Yöntemleri

3.2.2.1 Sıvı tahin analizleri

3.2.2.1.1 Kuru madde analizi

Sıvı tahin örneklerinin kuru madde miktarı kurutma yöntemiyle belirlenmiştir. Önce kurutma kapları 105 °C' lik etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulup, desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak daraları belirlenmiştir. Daraları belirlenmiş kuru madde kaplarına yaklaşık 5 g örnek tartılmış ve 105 °C' lik etüvde 18 saat süreyle sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Kurutma kapları daha sonra etüvden çıkarılarak desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına soğuduktan sonra tartılarak dara + kuru örnek ağırlıkları belirlenmiştir. Aşağıdaki eşitlik yardımıyla örneklerin kuru madde miktarları hesaplanmıştır. (Anonymous, 2000).

$$\% \text{ Kuru madde} = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100$$

M_0 = Örnek ağırlığı (g)

M_1 = Kurutma kabı ağırlığı + kuru örnek ağırlığı (g)

M_2 = Kurutma kabı ağırlığı (g)

3.2.2.1.2 Ham Protein miktarının belirlenmesi

Örneklerin protein miktarı, Kjeldahl yöntemi esas alınarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, 1 g civarında homojenize edilmiş örnek Kjeldahl yakma tüpüne tartılmış ve üzerine 1 tablet katalizör (3.5 g K_2SO_4 ve 0.035 g Se) ile 10-15 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek yakma cihazına yerleştirilmiştir. Örnek, berrak yeşil renk alana kadar (400 °C' de yaklaşık 6 saat) yakılmış ve soğuması için bir süre bekletilmiştir. Bu işlemlerden sonra soğutulmuş tüp destilasyon cihazına alınmış ve üzerine 25 ml saf su ve 65 ml %33'lük NaOH ilave edilmiştir. Destilasyon düzeneğinin diğer ucuna yerleştirilen erlen içerisine de 25 ml % 4'lük borik asit ilave edilerek destilasyona başlanmıştır. Yaklaşık 10 dakikalık destilasyondan sonra toplanan destilat üzerine 2-3 damla indikatör damlatılıp 0.1 M HCl ile titre edilmiş ve harcanan HCl miktarından aşağıdaki eşitlik yardımıyla % protein miktarı hesaplanmıştır. Aynı şekilde bir de kör deneme hazırlanmıştır (Anonymous, 2000).

$$\% \text{ Protein} = \frac{(A-B) \times M \times 0.014 \times 100 \times F}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

A = Örneğin titrasyonunda harcanan HCl miktarı, ml

B = Kör deneme titrasyonunda harcanan HCl miktarı, ml

M = HCl'nin molaritesi

F = Örneğe özgü faktör (5.70)

3.2.2.1.3 Ham Yağ miktarının belirlenmesi

Örneklerin yağ miktarı Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle belirlenmiştir. Bu amaçla yaklaşık 5 g örnek ekstraksiyon kartuşuna tartılmış ve kartuşun ağzı yağsız pamukla kapatıldıktan sonra ekstraktöre yerleştirilmiştir. Analizde kullanılacak balonlar 105°C 'deki etüvde kurutulduktan sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılarak daraları belirlenmiştir. 1.5 sifon yapacak şekilde balona çözücü (dietileter) konulmuş ve balonlar cihaza yerleştirilmiştir. 6-8 saat süreyle en az 20 sifon ekstraksiyondan ve çözücünün uzaklaştırılmasından sonra yağ balonları 105°C' deki etüvde kurutulmuş ve

desikatörde soğutulduktan sonra tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Aşağıdaki eşitlik yardımıyla örneklerin yağ miktarları hesaplanmıştır (Anonymous, 2000).

$$\%Yağ = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100$$

M_0 = Örnek ağırlığı (g)

M_1 = Balon ağırlığı + yağ ağırlığı (g)

M_2 = Balon ağırlığı (g)

3.2.2.1.4. Kül miktarının belirlenmesi

Örneklerin kül miktarı yakma yöntemiyle belirlenmiştir. Bu amaçla, darası alınmış porselen krozelere hassas terazide 3 g civarında örnek tartılmış ve 550 °C sıcaklıkta siyah lekeler kalmayınca kadar yakılmıştır. Krozeler desikatörde soğuduktan sonra tartılmış ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla örneklerin yağ miktarı hesaplanmıştır (Anonymous, 2000).

$$\%Kül = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100$$

M_0 = Örnek ağırlığı (g)

M_1 = Kroze ağırlığı + kül ağırlığı (g)

M_2 = Kroze ağırlığı (g)

3.2.2.1.5. Renk değerlerinin ölçülmesi

Tahin örneklerinin yüzey rengi, Minolta Chrometer CR-300 (Japon) kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin CIE L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) değerleri örnek yüzeyinde rastgele seçilen 3 farklı noktadan elde edilmiştir.

3.2.2.2. Katkılarda yapılan Analizler

3.2.2.2.1 Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi

Katkıların su tutma kapasitesi (Vioque vd. 2000) tarafından bildirilen yöntemle saptanmıştır. Su tutma kapasitesi için 0.5 g protein örnekleri üzerine 5 ml saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan çözelti oda sıcaklığında bekletilmiş, 3000 x g'de 30 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Protein örneklerine ilave edilen saf suyun başlangıçta hacmi ile süpernatant hacminin farkı belirlenmiş ve sonuçlar mL absorplanan su /g protein olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2.2 Yağ Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi

Katkıların yağ tutma kapasitesi (Vioque vd. 2000) tarafından bildirilen yöntemle ölçülmüştür. Yağ tutma kapasitesi için 0.5 g protein örnekleri 5 ml mısır yağı ile 30 dakika karıştırılmış; daha sonra 3000 x g'de 30 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Protein hidrolizatlarından ayrılan yağın hacmi ölçülmüş ve sonuçlar mL absorplanan yağ /g protein olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2.3 Şişme kapasitesi belirlenmesi

Lecumberri vd. (2007) tarafından uygulanan yöntemle göre su bağlama/şişme kapasitesi analizi belirlenmiştir. İlk olarak 1 g nişasta (M) dereceli silindire konulmuş ve hacmi (V_1) ölçülmüştür. Daha sonra 10 ml saf su eklenerek homojen bir dispersiyon oluşana kadar çalkalama işlemi uygulanmıştır. Elde edilen dispersiyon tozun suyu tamamen bağlayabilmesi için 24 saat boyunca 25°C oda sıcaklığında bekletilmiştir. 24 saat sonra ıslanan nişastanın hacmi (V_2) ölçülerek kaydedilmiştir. Su bağlama kapasitesi (SŞK) (ml/g)= $(V_2-V_1)/M$ formülüne göre hesaplanmıştır

3.2.2.2.4 Suda çözünme indeksi analizi

Nadeem vd. (2011) belirttiği yöntemle göre yapılmıştır. Katkıların %1' lik sulu çözeltileri hazırlanmış ve çalkalamalı su banyosunda sabit hızda 1 saat çalkalanmıştır. Çalışma oda sıcaklığında yapılmıştır. Elde edilen karışım 3000 g hızda 10 dakika santrifüj edilmiştir. Yüzeyde biriken süpernatant petriye alınmış ve örnekler 105°C de 18 saat kurutulup tartılmış (S_3), suda çözünme indeksi (SÇİ) (%)= $S_3/S_1 \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır. (S_1):Örnek miktarı

3.2.2.2.5 pH değerinin ölçülmesi

Örnekler saf su ile 1/10 oranında seyreltilmiş ve homojen hale getirildikten sonra pH metre (Starter 2100, OHAUS) ile pH değerleri ölçülmüştür. pH metre ölçüm yapılmadan önce 4.00 ve 7.00'lık buffer çözeltileri ile ayarlanmıştır.

3.2.2.2.6 Renk değerinin ölçülmesi

3.2.2.1.5. yöntemindeki gibi yapılmıştır

3.2.2.3 Depolama Analizleri

3.2.2.3.1 pH değerinin belirlenmesi

3.2.2.2.5 yöntemindeki gibi yapılmıştır

3.2.2.3.2. Ayrılan yağ oranının belirlenmesi

Depolanan kavanozlardaki (100 g) ayrılan yağ miktarının belirlenmesinde enjektör ile yüzeyde biriken yağ çekilerek ağırlık (g) tartılıp kaydedilmiştir. Tartılan yağ miktarı tahin miktarı ağırlığına göre % olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.3.3. Serbest yağ asitliği (SYA) analizi

Serbest yağ asit analizi Gökalp vd., (1995) metoduna göre belirlenmiştir. Bu analiz tahinden ayrılan, yüzeye çıkan yağda yapılmıştır. 250 mL' lik erlene tahinin ayrılan yağından 5 g yağ tartılarak üzerine dietileter:ethanol (1:1,v/v) karışımından 50 mL eklenmiştir. Karıştırma işlemi ile yağ ve yağ asitlerinin çözünmesi için 1 dk çalkalanmıştır. Sonra 3-4 damla fenolftaleyn damlatılmış ve bürete konan 0.1 N NaOH ile kalıcı uçuk pembe renk elde edilene kadar (en az 15 saniye) titrasyon yapılmıştır. Harcanan NaOH' in hacmi kaydedilmiştir. %' de serbest yağ asitliği miktarı oleik asit cinsinden aşağıdaki formül yardımıyla hesap edilmiştir.

$$SYA = (V/m) \times 0,0282 \times 100 \quad (\% \text{ oleik asit cinsinden})$$

V: Harcanan NaOH hacmi (mL)

m: Örnek ağırlığı (g)

3.2.2.3.4. Toplam asitlik değerinin belirlenmesi

250 mL' lik erlene 5 g tahin örneği tartılarak üzerine dietileter:ethanol (1:1,v/v) karışımından 50 mL eklenmiştir. Karıştırma işlemi ile yağ ve yağ asitlerinin çözünmesi için 1 dk çalkalanmıştır. Sonra 3-4 damla fenolftaleyn damlatılmış ve bürete konan 0.1 N NaOH ile kalıcı pembe renk elde edilene kadar (en az 15 saniye) titrasyon yapılmıştır. Harcanan NaOH' in hacmi kaydedilmiştir.

3.2.2.3.5. Tiobarbutirik asit reaktif madde (TBARS) sayısının belirlenmesi

TBARS sayısının belirlenmesi amacıyla bir behere 10 g tahin örneği tartılmış, üzerine 25 mL %20'lik triklor asetik asit (TCA) ve 20 mL saf su ilave edildikten sonra Ultra Turrax (10.000 d/dak.) yardımıyla 2 dakika homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım Whatman No:1 filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntüden vidalı kapaklı tüplere 5 mL alınmıştır. Üzerine 5 mL de 0.02 M TBA (2- tiobarbütirik asit) çözeltisi ilave edilerek kapağı kapatılmış ve çalkalanmıştır. Çalkalanan tüpler 93 °C' deki kaynar su banyosunda 30-35 dakika tutulduktan sonra, musluk suyunda 10 dakika soğutulmuş

ve spektrofotometre tüplerine aktarılarak 532 nm dalga boyunda tanığa karşı absorbans değeri okunmuştur. Okunan absorbans değeri 7.8 katsayısı ile çarpılarak TBARS sayısı mg malonaldehit (MA)/kg örnek olarak saptanmıştır (Lemon, 1975).

3.2.2.3.6. Konjuge dien sayısının belirlenmesi

Tahin örneklerinin konjuge dien sayıları Juntachote vd.,(2007) 'ne göre belirlenmiştir. Bu amaçla 3 g tahin örneği 30 mL destile su ile karıştırılıp bir çözelti oluşturulmuştur. Daha sonra bu karışımdan 0.5 mL alınarak 5 mL hekzan: izopropanol (3:1) ile karıştırılmış ve 2000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda üstte kalan fazın 233 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Okunan absorbans konjuge dien değeri olarak ifade edilmiştir (Juntachote vd., 2007).

3.2.2.3.7. İstatistiksel analiz

Denemeler tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Bazı analizler sadece taze ürünlerde gerçekleştirilmiş ve bu analizlere ait verilerde depolama faktörü dikkate alınmamıştır. Araştırma verileri paket program kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, istatistiki açıdan önemli bulunan varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (SPSS, 2012). Çalışmada varyasyon analizi sonucunda önemli çıkan ikili interaksiyonlar ihmal edilerek üçlü interaksiyonlar içinde tartışılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan tahin ve katkılarda yapılan bileşim analizleri sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.

4.1. Sıvı tahin analiz sonuçları

Çizelge 4.1. Sıvı tahin bileşim analiz sonuçları (Ortalama $\pm$ standart sapma)

Özellikler	Sonuç
Nem (%)	0.14 $\pm$ 0.028
Kuru madde (%)	99.86 $\pm$ 0.028
Yağ (%)	51.14 $\pm$ 0.89
Protein (%)	24.24 $\pm$ 1.28
Kül (%)	2.69 $\pm$ 0.026
Toplam Asitlik (%)	1.91 $\pm$ 0.067
TBARS (malonaldehit MA/kg)	5.748 $\pm$ 1.32
Konjuge dien	0.765 $\pm$ 0.030
pH	5.63 $\pm$ 0.084
<i>L</i> *	27.37 $\pm$ 0.001
<i>a</i> *	1.74 $\pm$ 0.002
<i>b</i> *	9.38 $\pm$ 0.004

Kontrol numunesi olarak kullanılan sıvı tahin, kimyasal kompozisyonu açısından incelenmiş ve Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği (No: 2015/27) tarafından belirlenen limitlerle göre karşılaştırılmıştır. Tebliğe göre kütlece yağ: en az %50, protein: en az %20, kuru madde miktarı: en az %98.5 ve kül: en çok 3.2’ dir. Kontrol numunesinin kütlece yağ miktar %51.14, protein miktarı %24.24, kuru madde %99.86, kül de %2.69 bulunmuştur. Elde edilen veriler incelendiğinde çalışma için temin edilen tahinin tebliğe uygun olduğu görülmüştür.

Özcan (1993) yaptığı çalışmada, tahin örneklerinin % 98.53-99.61 arasında kuru maddeye sahip olduğunu bulmuştur. Aynı çalışmada susam tohumlarında kuru madde miktarı % 95.33-96.84 arasında bulunmuştur. Çalışmada kullanılan tahin örneğinin kuru madde miktarı Özcan (1993) tarafından bildirilen değerler ile uyumludur.

Çavuşoğlu (2017) tarafından yapılan çalışmada ise tahin üretiminde hammadde olan susamdan başlanarak son ürün olan tahine kadar, belirlenen 5 üretim aşamasında kuru madde miktarı belirlenmiştir. Kuru madde miktarları ortalama olarak; susamda (I. aşama) % 95.71, kabuğu soyulmuş iç susamda (II. aşama) % 68.65, iç susamın kavrulması sonucu elde edilen kavrulmuş iç susamda (III. aşama) % 95.92, kavrulmuş iç susamın elenmesi ile ortaya çıkan elek altı kabukta (kepek) (IV. aşama) % 94.31 ve tahinde (V. aşama) % 99.65 şeklinde belirlenmiştir.

Birçok çalışmada, susam tohumlarının ortalama % 18-25 arasında, tahinin % 28'lere varan oranlarda protein içeriğine sahip olduğu ifade edilmektedir. Tahinin protein miktarını % 24.7 olarak bulmuştur. Bu çalışmada belirlenen sonuçlar, belirtilen değerlerle uyumludur.

Tahin Tebliği'ne göre (Anonim, 2017c), kül miktarının en çok % 3.2 olması gerekmektedir. Çalışmamızda bu oranun %2.69 olarak bulunduğu ve tahin tebliğinde ki değerlere uygun olduğu izlenmiştir. Çeşitli çalışmalar da tahinde kül içeriği % 3.00-4.05 arasında (Sawaya vd, 1985; Kömez, 2002) bulunmuştur. Tahin üretimin de kabuk ayırma işleminin tam yapılmaması, kabuk ayırmada kullanılan tuzun uzaklaştırılması için yapılan yıkama işleminin yetersizliği gibi işlem basamakları sırasında oluşabilecek olumsuzlukların yanında, susamı yetiştirme döneminde fazla su kullanılması, susamın çeşidi gibi etkenler son ürün tahinde kül miktarının artışına neden olabilmektedir (Özcan, 1993; Güneşer, 2009).

Kömez (2002), ithal tahinin *a* değerini 3.50-11.19 ve *b* değerini 23.44-32.04; yerli tahinin *a* değerini 3.57-9.42 ve *b* değerini 22.53-31.19 arasında bulmuştur. Karaman vd (2017), tahinin *a* ve *b* değerlerini sırasıyla 3.12 ve 13.88 olarak bulmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında, çalışmamızda kullandığımız tahinin *a* değerinin daha düşük olduğu ve *b* değerinin ise daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu farklılığın susam türünden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Sıvı tahin, ana bileşenlerinden olan yağca zengin bir gıda maddesidir. Tahin, oleik yağ asitleri açısından zengindir. İkinci yüksek oranda bulunan yağ asidi ise linoleik asittir. Ürünün yağ asidi bileşimi göz önüne alındığında yapısında doymamış yağ asitlerinin yüksek oranda bulunduğu söylenebilmektedir. Buna bağlı olarak, ürünün oksidasyona oldukça açık olduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan, sıvı tahinde belirlenen TBARS ve konjuge dien değerleri yüksek belirlenmiştir.

4.2. Katkıların analiz sonuçları

Lesitin, doğada bulunan en önemli emülgatör ve yüzey aktif maddedir. Ticari olarak yaklaşık 50 yıldır üretilmesine rağmen başta çikolata sektörü olmak üzere gıda endüstrisinde büyük bir kullanım alanına sahip olduğu belirtilmektedir. Lesitin, fosfolipitlerin trigliserid, yağ asidi, fitogliserol, sterol ve az miktarda nötral yağ bileşenleriyle oluşturduğu kompleks bir karışım olarak tanımlanmaktadır. Lesitin bileşimi incelendiği zaman, fosfolipidlerin en önemli bileşen olduğu görülmektedir. Lesitin, FAO tarafından “GRAS” (generally recognized as safe) statüsünde kabul edilmiştir, yani gıdalarda kullanılacak lesitin miktarı için bir sınırlama getirilmemiştir (Garti, 2001). Lesitinler, düşük seviyelerde (%0.5-3) geniş uygulama alanları olan çok fonksiyonlu ürünlerdir ve genellikle bir gıda ürününe birden fazla özellikleriyle görev alırlar. Moleküler yapısı dolayısıyla, ticari lesitin hem lipofilik hem de hidrofilik özellik göstermektedir ve emülgatör olarak kullanılması da bu özelliğine bağlıdır (Minifie, 1989). En önemli fonksiyonu emülsifikasyon olan lesitin iki farklı sıvıyı bir arada tutarak su içinde yağ ya da yağ içinde su emülsiyonları oluşturmaktadır. Bu amfoterik özellikleri ile lesitinler gıda sistemlerinde vazgeçilmez katkıları olarak yer almaktadırlar (Hui, 1992; Garti, 2001).

Besinsel lifleri, çözünürlükleri esas alındığında çözünür ve çözünmeyen lifler olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Çözünür besinsel lifi, suyu bağlayarak jel ve sıkı yapı oluşturmaktadır. Çözünmeyen diyet lifi ise ağırlığının 20 katı kadar suyu absorblamakta, ancak viskoz yapı oluşturmamaktadır (Thebaudin vd. 1997). Şeker pancarı posasının besinsel lif içeriği kuru maddede %67 çözünmeyen, %21 çözünebilen ve toplam % 88’ dir. Çözünmeyen lifler, ağırlıklarının 5 katı kadar yağ tutabilmektedirler. Bu özellik, gıda ürünlerinde olduğu gibi gıdaların işlenmesi sırasında normalde kaybolan yağın tutulmasını sağlamaktadır. Bu durum, gıdanın teknolojik özelliğinin artırılması için önem taşımaktadır (Thebaudin vd. 1997). Yüksek yağ absorblama kapasitesi, yağ ve su emülsiyonlarında stabilitenin sağlanması açısından önem taşımaktadır (Grigelmo-Miguel vd. 1999). Besinsel lifin yağ absorblama kapasitesinin partikül iriliğine göre değiştiği, iri partiküllü olanların yağ daha fazla absorbe ettiği belirlenmiştir. Partiküllerinin büyük olması nedeniyle buğday kepeği ve şeker pancarı liflerinin yağ tutma kapasitelerinin yüksek olduğu belirtilmektedir (Thebaudin vd. 1997).

Susam küspesi susam yağı üretimi sonunda elde edilir. Susam küspesinde ortalama % 40 ham protein ve % 24 mineral maddeler (P, K, Ca) bulunmaktadır (Sreedevi, ve Sivasankar, 2009; Uğurluay, 2002). Susam küspesi yüksek protein ve mineral içeriğinden dolayı değerli bir besin maddesi olmasına karşın, günümüzde sadece hayvan yemi olarak kullanılmaktadır ancak bazı ülkelerde ekmeğe de karıştırılmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanımının olmamasının nedeni çözünürlüğünün az olmasıdır. Birçok bitkisel protein gıda katkısı olarak kullanılmaktadır. Susam küspesinin, gıda katkısı olarak kullanılabilmesi için en büyük dezavantajı sudaki çözünürlüğünün çok düşük olmasıdır ancak bu dezavantaj proteinin modifiye edilmesi ile ortadan kaldırılabılır (Escamilla-Silva, vd. 2003; Radha, vd. 2008).

Çözünürlük ve şişme özellikleri ise birbiriyle bağlantılıdır. Polisakkaritlerin ilk aşamadaki çözünürlüğü şişmedir. Su, katı yapıya doğru hareket etmekte, makromoleküller de tamamen disperse olana kadar yayılmakta yani şişmektedir. Bu durum, moleküllerin çözünürlüğü şeklinde ifade edilmektedir. Buna karşılık, selüloz gibi bazı polisakkaritler ise yapılarından dolayı disperse olamamaktadır (Thebaudin vd, 1997).

Üç farklı katkı ve dört farklı oran kullanılarak yapılan çalışmada kullanılan katkı maddelerinin bazı fiziksel özellikleri aşağıdaki çizelgede Çizelge 4.2' de verilmiştir. Bu katkılarda yapılan analizlerin sonuçları tahindeki yağ ayrılmasının engellenmesinde depolama boyunca yapılan analizlerin yorumlanmasında fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Ürüne katılan katkıların bazı özelliklerinin bilinmesinin de ürünün yapısında oluşturacağı değişiklikleri belirlemek açısından da önemlidir. Bu tür çalışmalarda kullanılan katkı maddelerinin ürünün bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinde belirgin farklar oluşturmaması gerekmektedir. Sıvı tahinde su miktarı son derece düşüktür (Çizelge 4.1), dolayısı ile sıvı tahin yağ bazlı bir üründür. Olabilecek bir yağ ayrılmasına karşı formülasyona emülgatör ve stabilizatör olarak lesitin de ilave edilmiştir.

Çizelge 4.2. Katkıların bileşim analiz sonuçları (Ortalama $\pm$ standart sapma)

Özellikler	Şeker pancarı lifi	Susam lifi	Lesitin
Nem (%)	6.19 $\pm$ 0.38	2.64 $\pm$ 0.07	2.35 $\pm$ 0.01
Kül (%)	5.52 $\pm$ 0.01	12.04 $\pm$ 0.04	11.13 $\pm$ 0.06
Şişme kapasitesi (%)	3.43 $\pm$ 0.11	2.46 $\pm$ 0.11	0.50 $\pm$ 0.00
Su tutma kapasitesi (%)	5.37 $\pm$ 0.19	6.94 $\pm$ 0.21	2.70 $\pm$ 0.33
Yağ tutma kapasitesi (%)	2.88 $\pm$ 0.26	3.82 $\pm$ 0.25	2.19 $\pm$ 0.49
Suda çözünme indeksi	16.20 $\pm$ 1.04	6.16 $\pm$ 2.15	43.60 $\pm$ 1.15
pH	4.86 $\pm$ 0.01	7.38 $\pm$ 0.01	7.48 $\pm$ 0.02
L *	74.02 $\pm$ 0.95	45.40 $\pm$ 1.04	80.63 $\pm$ 2.29
a *	3.08 $\pm$ 0.12	4.93 $\pm$ 0.14	4.34 $\pm$ 0.32
b *	26.81 $\pm$ 0.32	19.09 $\pm$ 0.17	40.96 $\pm$ 0.95
Boyut	<250 μ m	<250 μ m	----

Çalışmada kullanılan katkıların özellikleri incelendiğinde tahinin nem ve kül değerlerinde değişime neden olmayacak özellikler taşıması gerekmektedir çünkü bu değerler tebliğ ile sınırlandırılmıştır ayrıca süspansiyon içerisinde çözülebilir olması ve yağ tutma özelliklerinin iyi olması gerekmektedir. Tüketicilerin ürünü satın almasında ve seçiciliğinde etkili olan renk değerleri üzerinde de çok büyük değişikliklere neden olmaması gerekmektedir.

Proteinlerin su ve/veya yağ ile olan etkileşimleri tat ve tekstür gibi özellikleri etkilendiğinden dolayı gıda sistemlerinde çok önemlidir. Aletor vd. (2002) tarafından çorba ve sos gibi viskoz gıdalar için 1.49 ile 4.72 (g/g) arasındaki su tutma kapasitesi değerleri kritik değer olarak belirtilmiştir. Bu nedenle, yüksek su tutma kapasitesinden dolayı susam küspesi protein hidrolizatları gıda endüstrisinde; ekmeklerde ve keklerde su kaybını önlemek, pişirilmiş ve dondurulmuş gıdaların kullanımını arttırmak için kullanılmaktadır (Vioque vd.,2000, Onsaard, vd.2010).

Susam küspesi hidrolizatının, su tutma kapasitesi 3.43 g su /g protein ve yağ tutma kapasitesi 2.21 ml yağ/ g protein olarak bulunmuştur. Yağ absorplama ve su tutma kapasitesi incelendiğinde; susam proteininin düşük yağ absorplama ve yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir (Yılmaz, 2012).

Tüketicinin tercih ve kararlarını etkileyen en önemli özellik renktir ve gıda maddelerinin en önemli görünüm özelliklerinden biridir (Maskan, 2001). Tüketici

kabul edilebilirliğinin haricinde de renk, proses kontrolü için kullanılır. Özellikle kavurma operasyonları renk oluşum derecesi ile kontrol edilir, çünkü kahverengi pigmentler esmerleşme ve karamelleşme reaksiyonları ilerledikçe artar. (Saklar vd. 2001). Tahin üretiminde kavurma kontrolü, deneyimli gıda operatörleri tarafından pek çok gıda işleme işlemi olarak gerçekleştirilmektedir. Öte yandan, susam ezmesi üreticileri susamın kavrulması için optimum koşulların belirlenmesinin temel sorunlardan biri olduğunu düşünmüştür. Bu nedenle, kaliteli susam ezmesi yapmak için en uygun kavurma koşulları oluşturulmalıdır. Renk kavurma sırasında işlem kontrolü için kullanılan parametrelerden biridir, çünkü kahverengileşme ve karamelleşme reaksiyonları ilerledikçe kahverengi pigmentler artar (Moss ve Otten, 1989). Gıdaların kızarması hem enzimatik hem de enzimatik olmayan reaksiyonlardan kaynaklanabilir. Renge ek olarak, doku susam kavurma için önemli bir kontrol parametresidir. Kavurma sırasında, tohumlar kavrulmuş ürünlerin tipik özellikleri olan daha kırılgan ve kırılgan hale gelir. Tahin üretiminde belli bir doku derecesine ulaşmak çok önemlidir. Tecrübeli operatörler susam ezmesi üretimi için susam yiyerek de kavurma işlemini kontrol eder. Bu ölçüm türüne öznel test denir. Orijinal olarak malzeme bilimi için geliştirilen cihazlarda yapılan dokusal ölçümler objektif testler olarak kabul edilir.

Depolama başlangıcında (0. gün) katkı maddeleri ilave edildikten sonra tahinlerde belirlenen renk değerleri Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Katkı ilave edilmiş tahinlerin renk değerleri (Ortalama $\pm$ standart sapma)

Katkılar	Seviye (%)	Renk değerleri		
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Şeker Pancarı Lifi	0	27.37 $\pm$ 0.00a	1.74 $\pm$ 0.00a	9.38 $\pm$ 0.00ab
	0.5	27.57 $\pm$ 0.40a	1.88 $\pm$ 0.04a	9.59 $\pm$ 0.24a
	1.0	27.01 $\pm$ 0.64a	1.84 $\pm$ 0.00a	9.27 $\pm$ 0.34ab
	2.0	27.57 $\pm$ 0.33a	1.89 $\pm$ 0.04a	9.62 $\pm$ 0.00a
	3.0	27.21 $\pm$ 0.40a	1.84 $\pm$ 0.11a	9.11 $\pm$ 0.10b
Susam Lifi	0	27.37 $\pm$ 0.00a	1.74 $\pm$ 0.00a	9.38 $\pm$ 0.04a
	0.5	27.82 $\pm$ 0.76a	1.78 $\pm$ 0.03a	9.31 $\pm$ 0.15a
	1.0	27.29 $\pm$ 0.72a	1.77 $\pm$ 0.07a	9.29 $\pm$ 0.16a
	2.0	27.01 $\pm$ 0.88a	1.58 $\pm$ 0.11ab	8.94 $\pm$ 0.22b
	3.0	26.98 $\pm$ 0.28a	1.42 $\pm$ 0.10b	8.38 $\pm$ 0.07c
Lesitin	0	27.37 $\pm$ 0.00a	1.74 $\pm$ 0.00b	9.38 $\pm$ 0.00a
	0.5	28.09 $\pm$ 0.57a	1.92 $\pm$ 0.06ab	9.78 $\pm$ 0.07a
	1.0	27.73 $\pm$ 0.42a	1.94 $\pm$ 0.06ab	9.52 $\pm$ 0.13a
	2.0	26.54 $\pm$ 1.03ab	1.87 $\pm$ 0.22ab	9.80 $\pm$ 0.05a
	3.0	25.30 $\pm$ 1.02b	2.09 $\pm$ 0.03a	9.76 $\pm$ 0.35a

a-c, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

Çizelge 4.3’ de katkı katılmamış sıvı tahinin *L* (parlaklık) değeri 27.37, *a* (kırmızılık) değeri 1.74, *b* (sarılık) değeri 9.38 olarak belirlenmiştir. Şeker pancarı lifi katkılı tahinlerde katkısız tahinlere göre *L** (parlaklık) ve *a** (kırmızılık) değerlerinde bir değişim olmadığı görülmüştür. *b** (sarılık) değerinde de lif katılma miktarı arttıkça değerin azaldığı belirlenmiştir. Şeker pancarı lifi *b** değerinin Çizelge 4.2’ de yüksek olması (26.81) bu değişime neden olmuştur.

Susam lifi katkılı tahinlerde ise yine *L** (parlaklık) değerlerinde bir değişim olmazken *a** (kırmızılık) değeri ve *b** (sarılık) değerlerinde hafif bir düşüş olmuştur. Bu düşüş özellikle katkı seviyesi arttıkça artmıştır. Lesitin katkılı tahinlerde ise parlaklık *L** değerinde, *a** (kırmızılık) değerin de ve *b** (sarılık) değerinde seviye farkından kaynaklanan çok belirgin bir değişim yoktur.

Zaten seviye olarak %0.5, %1, %2, %3 gibi seviyelerde katkı katıldığından dolayı katkı türüne bakılmaksızın genel olarak renk değerlerinde bir farklılaşma

görülmemektedir. Bu sonuçlara göre çalışma da kullanılan katkı maddelerinin tahinin renk değerleri üzerinde çok aşırı bir renk değişimi oluşturmadiğından kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

4.3. Tahinlerin Depolanma Sırasındaki Analiz Sonuçları

4.3.1. pH değeri analiz sonuçları

pH değeri ortamda bulunan H^+ iyonlarının miktarı olup, gıda içinde çözünen maddelerin ortama verdiği H^+ iyonlarının bir göstergesidir. Tahin gibi süspansiyon karışımlarında yapının fizikokimyasal özelliklerini etkileyen temel faktörlerin başında pH gelmektedir. Depolama süreci boyunca pH değeri, tahinin yapısında bulunan maddelerin parçalanması sonucu olarak açığa maddelerin etkisi gibi nedenlerden dolayı değişmektedir. pH değeri, asitlik derecesini veya başka bir deyişle asitliğin gücünü tanımlamak için kullanılan bir değerdir.

Farklı katkıları ilave edilerek depolanan sıvı tahinlerde depolama sırasındaki pH değerlerine ait sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

pH					
Depolama Süresi (Gün)					
Katkılar	Seviye (%)	0	30	60	90
Şeker Pancarı Lifi	0	5.63±0.084	5.64±0.028	5.55±0.077	5.95±0.077
	0.5	5.56±0.028	5.47±0.070	5.39±0.014	5.34±0.021
	1.0	5.52±0.007	5.28±0.007	5.33±0.014	5.28±0.007
	2.0	5.43±0.028	5.19±0.014	5.22±0.035	5.22±0.014
	3.0	5.33±0.056	4.96±0.035	5.03±0.031	5.05±0.063
Susam Lifi	0	5.63±0.071	5.64±0.091	5.55±0.077	5.95±0.077
	0.5	5.84±0.028	5.97±0.12	5.80±0.021	5.94±0.120
	1.0	5.90±0.029	6.17±0.021	5.89±0.028	5.91±0.021
	2.0	5.85±0.027	6.26±0.014	5.91±0.035	5.95±0.000
	3.0	5.89±0.020	6.29±0.014	6.01±0.042	6.03±0.028
	0	5.63±0.071	5.64±0.091	5.55±0.077	5.95±0.077

	0.5	5.86±0.041	5.78±0.014	6.09±0.056	6.12±0.028
Lesitin	1.0	5.83±0.022	6.06±0.007	6.22±0.042	6.26±0.042
	2.0	5.95±0.025	6.14±0.028	6.33±0.042	6.38±0.042
	3.0	5.87±0.060	6.27±0.056	6.39±0.021	6.46±0.014

±Standart sapma

Tahindeki değişimler karşılaştırıldığı zaman, tahindeki toplam asitlik ve pH değişiminin depolama sürecinde devam ettiği görülmektedir. Ürünün yağ, protein vb. bileşenlerinin yüksek olması bu değişimin sebebi olarak düşünülebilmektedir. Gıdalardaki toplam asitlik ve pH değişimi mikrobiyolojik veya enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşabilmektedir. Osmofilik mayalar üründeki şekeri kullanarak asit oluşturabilen mikroorganizmalardır. Ancak üründeki su miktarının düşük olması nedeniyle mikrobiyolojik gelişmelerin olmasının düşük ihtimal olması sebebiyle, bu değişimin enzimatik reaksiyonlara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Gamlı ve Hayoğlu (2007)'nin fıstık ezmesi üzerinde yaptıkları çalışmada 4 °C ve 20 °C' de depolanan ürünlerde toplam asitlik değerinin sıcaklık ve süreyle birlikte arttığı, pH'nın da azaldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da toplam asitlikteki artışın sebebinin mikrobiyolojik veya enzimatik reaksiyonlar sonucu olabileceği ifade edilmiştir (Gamlı ve Hayoğlu, 2007).

Şeker pancarı ilavesi ile tahinin pH değerinde azalma meydana gelmiştir. Bunun nedeni katılan katkının pH değerinin (4.86, Çizelge 4.2) tahinin pH değerinden düşük olmasıdır. Diğer katkı maddelerinin (susam lifi ve lesitin) ilavesi sonucu pH değerinde artış meydana gelmiştir. Bunun nedeni de katılan katkıların pH değerlerinin (7.38 ve 7.48, Çizelge 4.2) tahinin pH değerinden yüksek olmasıdır.

Susam ve ürünlerinde, pH üzerine çok fazla çalışma olmadığı gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada (Al-Nabulsi vd, 2014) tahinin pH'sı 6.76 olarak bulunmuştur. Tahin, bal ve üzüm pekmezi karışımları üzerine yapılan diğer bir çalışmada (Karaman vd, 2017) ise tahinin pH'sı 6.50 olarak saptanmıştır. Bu çalışmada tahin için belirlenen değerler önceki çalışmalardan belirlenen değerlerden düşük olarak belirlenmiştir. Bu farklılığın çeşit, tür, işleme yöntemi, işleme sıcaklığı ve bileşim farklılığı vb. etkisinde kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.5. de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	KO	F
Katkı	2	5.10	2080**
Seviye	4	0.61	24.68**
Zaman	3	0.10	41.91**
Katkı x Seviye	8	0.44	179.6**
Seviye x Zaman	6	0.036	14.60**
Katkı x Zaman	12	0.20	83.95**
Katkı x Seviye x Zaman	24	0.21	8.63**

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi bütün varyasyon kaynaklarının pH değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.6.’

da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Katkı Çeşidi	n	pH
Şeker pancar Lifi	40	5.37 c
Susam Lifi	40	5.92 b
Lesitin	40	6.04 a

a-c, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0.05)

Çizelge incelendiğinde bütün katkı türlerinin pH değeri üzerine önemli etkisi belirlenmiştir. Bu farklılığın bu katkıların pH değerlerinin farklı olmasından kaynaklandığını düşünülmektedir.

Farklı seviyelerde katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı seviyelerde katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Katkı Seviyesi	n	pH
0.0	24	5.69 c
0.5	24	5.76 b
1.0	24	5.80 a
2.0	24	5.82 a
3.0	24	5.80 a

a-c, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Tahin içerisine ilave edilen katkı maddelerinin oranı arttıkça pH değerinde de bir artış gözlenmiş, ancak %1, 2 ve 3 seviyelerinde artış olmamıştır. Bu farklılığın katılan katkı maddelerinin pH değerlerinin (Çizelge 2) farklılığının sonucu olduğu söylenebilir. Katılan katkı maddelerinden şeker pancarının pH değeri (4.86), susam lifinin (7.38) ve lesitin (7.48) olması sonucu seviyeler arttıkça bir dengeleme oluşmuş ve artış istatistiksel olarak farklı belirlenmemiştir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.8 de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

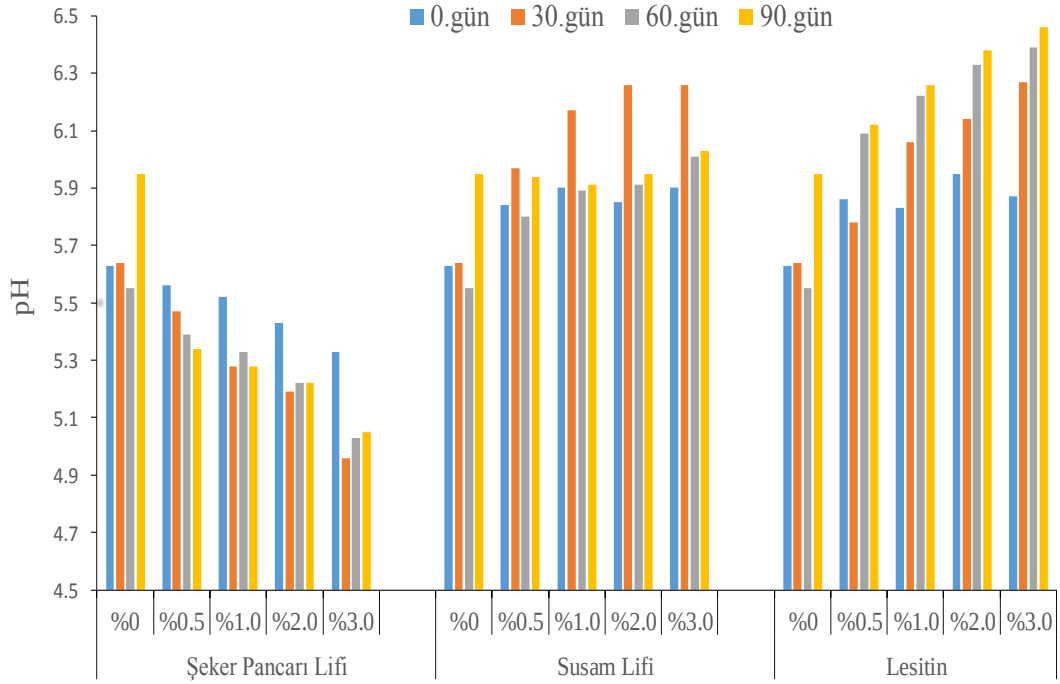
Depolama Zamanı	n	pH
0	30	5.71 d
30	30	5.78 b
60	30	5.75 c
90	30	5.85 a

a-d Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.8 incelendiğinde de depolama zamanı arttıkça pH değerinde bir artış belirlenmiştir. Bu artışta ortamda bulunan yağ asitlerinin parçalanması, proteinlerin çevre şartları etkisi ile parçalanması ve karbonhidratların parçalanması gibi etkiler sonucu oluştuğu belirtilebilir ayrıca depolama zamanı boyunca 1000 rpm' de 5 dak.

karıştırılarak ilave edilen katkı maddelerinin zaman ilerledikçe daha iyi çözündüğü ve yapıya dağılımlarının devam ettiği gözlenmiştir. Bunun sonucu olarak da pH değerinde depolanma boyunca değişkenlikler ortaya çıkmış olabilir.

Tahinin pH değeri üzerine bütün etkilerin interaksyonunu gösteren garfikler şekil 4.1.'de aşağıda verilmiştir



Şekil 4.1. Tahinin pH değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksyonunun etkisi

Şekilden görüldüğü gibi katkı maddelerinin pH değerleri üzerine etkilerinde farklılıklar bulunmaktadır. En düşük pH değerleri şeker pancarı lifi katkılı örneklerde belirlenmiştir. Seviyeler arttıkça şeker pancarı lifi katkılı örneklerde pH değerinde azalma meydana gelmiş, diğer katkılı örneklerde ise artış belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca şeker pancarı lifi katkılı örneklerde 0. günde az olmak üzere diğer zamanlarda daha belirgin düşmeler meydana gelmiştir. Susam lifi ve lesitin katkılı örneklerde ise 0. günde az olmak üzere diğer zamanlarda daha fazla bir artış belirlenmiştir. Bu değişimlere, katılan katkı maddelerinin tahin içinde zamanla daha fazla çözünmesi, çevre şartları sonucu yapıda meydana gelen fizikokimyasal değişimlerinin neden olmasının sonucu olduğu tahmin edilmektedir.

4.3.2. Ayrılan yağ miktarı (%) analiz sonuçları

Yağ oranı yüksek gıdalarda karşılaşılan fiziksel sorunlardan biri yağ ayrılmasıdır. Yağ ayrılması, aynı zamanda kimyasal bozulma için de temel oluşturmaktadır. Çünkü, yüzeye çıkan yağ oksijenle daha fazla temas etmektedir ve daha çabuk oksidasyona uğramaktadır. Yağ fazının ayrılması, ürünlerdeki bileşenlerinin yoğunluklarının farklı olmasına dayanmaktadır. Üründe su ve yağ fazı içeren bileşenler bulunmaktaysa lesitin gibi emülgatör kullanımı ya da stabilizatörlerin kullanımı büyük önem taşıırken etkin bir karıştırma işlemi ile de bu sorun önlenabilmektedir (Muego-Gnanasekharan ve Resurreccion, 1992).

Tahin yüksek oranda protein ve yağ içeren kolloidal bir yapıya sahiptir. Tahin esas olarak susam yağı ve bu yağ içinde dağılmış hidrofilik katılardan oluşan bir süspansiyondur. Tahinin yapısında bulunan %55-60 oranındaki yağ depolama sırasında diğer yapılardan ayrılmaktadır. Tahinin en belirgin karakteristik fiziki özelliği, uzun süreli depolama sonucunda yoğunluk farkı nedeniyle gerçekleşen yağ fazı ayrılması ve partikül sedimentasyonudur (Evlogimenou vd., 2017).

Farklı katkıları ilave edilerek depolanan sıvı tahinlerde depolama sırasındaki ayrılan yağ değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ortalama ayrılan yağ değerleri

		Ayrılan yağ (%)			
		Depolama Süresi (Gün)			
Katkılar	Seviye (%)	0	30	60	90
Şeker Pancarı Lifi	0.0	-	1.89±1.00	8.02±0.670	12.25±0.04
	0.5	-	1.58±1.60	5.89±0.028	7.34±0.035
	1.0	-	2.42±0.17	6.02±0.017	9.26±0.036
	2.0	-	3.41±1.40	5.31±0.035	8.55±0.318
	3.0	-	4.17±1.025	4.86±0.714	9.32±0.077
Susam Lifi	0.0	-	1.89±1.00	8.02±0.67	12.25±0.04
	0.5	-	3.51±0.721	6.50±0.077	9.29±0.289
	1.0	-	3.76±0.084	6.00±0.247	8.86±0.035

	2.0	-	2.86±0.332	5.38±0.098	8.66±0.141
	3.0	-	3.26±0.197	6.88±0.049	8.52±0.282
	0.0	-	1.89±1.00	8.02±0.670	12.25±0.04
	0.5	-	2.17±1.053	6.72±0.035	7.26±0.014
Lesitin	1.0	-	2.41±0.155	6.56±0.028	7.73±0.756
	2.0	-	3.34±1.852	6.75±0.473	7.43±0.021
	3.0	-	2.48±0.084	6.48±0.049	7.81±0.056

±Standart sapma

Çizelge 4.9 da görüldüğü gibi farklı tür ve farklı oranlarda katkı maddeleri eklenmiş tahinlerde aynı günlerde katkısız tahine oranla yüzeyde biriken yağ seviyelerinde 30. gün sonuçları haricinde kontrole göre daha az bir yağ ayrılması belirlenmiştir. Bu değerler, çalışmadan beklenen sonuçlar itibari ile yağ ayrılmasında kontrole oranla yaklaşık %30 seviyelerinde azalmalar tespit edilmiştir. 30. gün analiz sonuçlarında kontrole göre yüzeyde biriken yağ miktarının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebi ise ortama karıştırılarak (1000 rpm’ de 5 dak.) ilave edilen katkı maddelerinin tahin yapısındaki süspansiyon etkileşimlerinin karıştırma işleminden etkilenmiş olmasıdır. Depolamanın diğer günlerinde de örneklerde belirlenen yağ ayrılması oranlarında artışlar belirlenmiştir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.10 da verilmiştir.

Çizelge 4.10 . Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	KO	F
Katkı	2	1.16	4.07**
Seviye	4	7.09	24.89**
Zaman	3	486.74	1707**
Katkı x Seviye	8	0.63	2.21**
Seviye x Zaman	6	6.12	21.48**
Katkı x Zaman	12	1.57	5.51**
Katkı x Seviye x Zaman	24	0.54	1.90**

**p<0.01 seviyesinde önemli

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.11 de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Ayrılan yağ (%)
Şeker pancar Lifi	40	4.51 b
Susam Lifi	40	4.78 a
Lesitin	40	4.46 b

a-b, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.11’ de katkı çeşitlerinin tahinden ayrılan yağ miktarını üzerine önemli etkisinin olduğu görülmektedir. Yağ fazının ayrılmasını üç katkı çeşidi de belli oranda engellerken susam lifinin biraz daha az engellediği görülmüştür. En yüksek ayrılma oranı susam lifinde belirlenmiştir. Diğer örneklerin sonuçları arasında farklılık belirlenmemiştir. Bunun sebebinin susam lifinin tahin içerisine karışması ve dağılmasının diğer katkılara göre daha zor olması ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.12 de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Seviye	n	Ayrılan yağ (%)
0.0	24	5.54 a
0.5	24	4.19 b
1.0	24	4.42 b
2.0	24	4.30 b
3.0	24	4.48 b

a-b, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.12. de görüldüğü gibi katkı oranlarının ayrılan yağ miktarları üzerine önemli bir etkisi belirlenmemiştir. Kullanılan bütün seviyelerde belirlenen yağ ayrılma oranları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur. Ancak kontrole göre ayrılan yağ miktarında azalma tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.13 de verilmiştir.

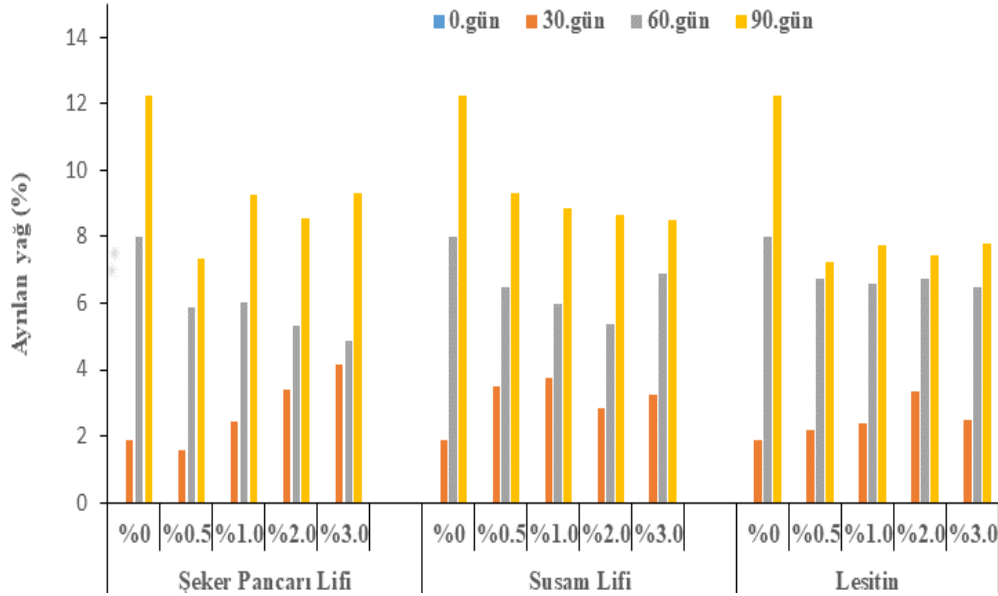
Çizelge 4.13. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin depolama sürelerinde belirlenen ayrılan yağ değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Depolama Zamanı	n	Ayrılan yağ (%)
0	30	0.00 d
30	30	2.73 c
60	30	6.49 b
90	30	9.12 a

a-d, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

Depolama zamanına bağlı olarak tahinden ayrılan yağ miktarları zamanla artmıştır. Ayrılan yağ miktarı genel olarak zamanlar arasında eşit olacak şekilde devam etmiştir. Tahin süspansiyon bir üründür ve termodinamiksel açıdan kararsız oluşumlardır.

Tahinden ayrılan yağ değeri üzerine bütün etkilerin interaksiyonunu gösteren grafik şekil 4.2’de aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.2 Tahinin ayrılan yağ değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi

Çeşidine bakılmaksızın katılan katkıların ayrılan yağ miktarını kontrole göre azalttığı 60. ve 90. gün analizlerinde gözlemlenmiştir. Lesitin katkılı örneklerde ise 60. ve 90. günlerdeki etkiler arasında çok belirgin farklar olmamasına rağmen diğer katkıların etkileri daha bariz görülmektedir.

4.3.3. Serbest yağ asitliği (SYA) değeri analiz sonuçları

Serbest yağ asitleri (free fatty acids), yağın yapısında trigliserit yapıya bağlı olmayan, serbest halde bulunan yağ asitlerini ifade eder. Serbest yağ asitliği, yağ için önemli bir kalite indeksidir ve sürekli olarak yağda raf ömrü takip parametresi olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden kalite kontrolde en önemli analizlerinin başında gelmektedir çünkü serbest yağ asitliğinin artması ya da o yağda yüksek bulunması, oksidasyona olan stabilitenin düşmesi anlamını taşımaktadır. Bu da yağın acılaşmaya başlayacağının önemli göstergelerinden biridir. Serbest yağ asitliği, trigliserit yapıdan yağın çeşitli faktörlerle hidrolize olmasının bir neticesidir. Bilinen antioksidanlar oksidatif ransidite ve oksipolimerizasyon olayları sonucu meydana gelen bozuklukları önleyebildikleri halde hidroliz ve reversiyon için etkili değildirler (Çakmakçı ve Gökalp, 1992). Depolama sırasında serbest yağ asitliğindeki değişim ürünlerdeki acılaşmanın derecesi hakkında bilgi vermektedir. Serbest yağ asitliği ile hidroliz mekanizmasının ne kadar ilerlediği belirlenebilmektedir (Hamilton, 1989).

Farklı katkıları ilave edilerek depolanan sıvı tahinlerde depolama sırasındaki ayrılan yağ değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ortalama serbest yağ asitliği değerleri

Serbest yağ asitliği (% oleik asit)					
Depolama Süresi (Gün)					
Katkılar	Seviye (%)	0	30	60	90
Şeker Pancarı Lifi	0	-	0.47±0.014	0.27±0.063	0.31±0.028
	0.5	-	0.50±0.014	0.31±0.021	0.36±0.014
	1.0	-	0.57±0.035	0.36±0.028	0.39±0.014
	2.0	-	0.60±0.014	0.35±0.007	0.38±0.014
	3.0	-	0.64±0.014	0.44±0.014	0.48±0.049
	0	-	0.47±0.014	0.27±0.063	0.31±0.028

Susam Lifi	0.5	-	0.58±0.028	0.46±0.035	0.46±0.014
	1.0	-	0.60±0.021	0.39±0.021	0.42±0.007
	2.0	-	0.64±0.007	0.39±0.049	0.42±0.035
	3.0	-	0.67±0.007	0.36±0.049	0.41±0.021
Lesitin	0	-	0.47±0.014	0.27±0.063	0.31±0.028
	0.5	-	0.48±0.007	0.28±0.028	0.26±0.028
	1.0	-	0.49±0.035	0.33±0.014	0.37±0.028
	2.0	-	0.49±0.028	0.34±0.021	0.39±0.014
	3.0	-	0.54±0.014	0.40±0.014	0.42±0.028

±Standart sapma

Tahinin üst yüzeyinde biriken yağ enjektör yardımı ile alınıp yağda bakılan serbest yağ asitliği sonuçlarına göre (Çizelge 4.14), 30. günden 60. güne doğru tüm katkı çeşitlerinde ve tüm seviyelerde bir artış izlenmektedir. Yağ oranı yüksek gıdalarda serbest yağ asitliği zamanla artan bir değişken olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.14 sonuçlarına göre 30. gün analiz sonuçları 60. ve 90. güne nazaran daha yüksek çıkmıştır. Bu durum yağ asitlerinin ileri parçalanma ürünlerine dönüşmesi ile açıklanabilir. Aynı örneklerde 30. günde belirlenen TBARS ve konjuge dien sonuçlarındaki (Çizelge 24 ve 29) artış diğer günlere göre daha yüksek orandadır ancak bütün katkı maddeleri ve oranları kontrol örneğine göre serbest yağ asitliği değerlerinde depolama boyunca daha fazla artışa neden olmuştur.

Depolamanın 30. gününde özellikle katkı maddeleri ilave oranları arttıkça belirlenen serbest yağ asitliği değerleri daha fazla artmıştır. Bunun sebebi, ürünün bileşiminde bulunan katkıların ve özellikle lesitin yağ asidi zincirlerine sahip olmasıdır. Ürünün yüksek serbest yağ asitliği değerine sahip olması ürünün yağ kalitesinin düşük olduğunu göstermemektedir. Bu durumda yağ asitlerindeki yüzde değişimin analiz edilerek göz önüne alınmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir (Evers vd. 2000).

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’ de verilmiştir.

Çizelge 4.15 . Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	KO	F
Katkı	2	0.027	43.38**
Seviye	4	0.034	53.33**
Zaman	3	1.590	25.20**
Katkı x Seviye	8	0.005	8.60**
Seviye x Zaman	6	0.004	6.58**
Katkı x Zaman	12	0.004	6.73**
Katkı x Seviye x Zaman	24	0.002	3.09**

**p<0.01 seviyesinde önemli

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.16 da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Serbest Yağ Asitliği (%)
Şeker pancar Lifi	40	0.32 b
Susam Lifi	40	0.34 a
Lesitin	40	0.29 c

a-c, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0.05)

Çizelge 4.16 ‘ da Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına farklı katkıların katılması ile elde edilen ortalama değerler karşılaştırıldığında katkı çeşidinin de serbest yağ asitliği üzerinde önemli bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek serbest yağ asitliği değeri susam lifi katkılı tahinde tespit edilirken en düşük serbest yağ asitliği miktarı lesitin katkılı tahinde belirlenmiştir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.17’ de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Seviye	n	Serbest Yağ Asitliği (%)
0.0	24	0.263d
0.5	24	0.308c
1.0	24	0.328b
2.0	24	0.335b
3.0	24	0.365a

a-d, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.17 e göre farklı seviyelerde katkı maddesi katılarak elde edilen tahin örneklerinde katkı seviye arttıkça serbest yağ asitliği miktarının arttığı belirlenmiştir. En düşük serbest yağ asitliği katkısız tahinde iken en yüksek serbest yağ asitliği miktarı %3 seviyesinde katkı kullanımında görülmüştür. Buda katkı kullanımında ayrıca katkı seviyesinin katılması ve artırılması durumunda hidroliz ile karşılaşma ihtimalini artırabileceği öngörüsünü oluşturmuştur.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.18’ de verilmiştir.

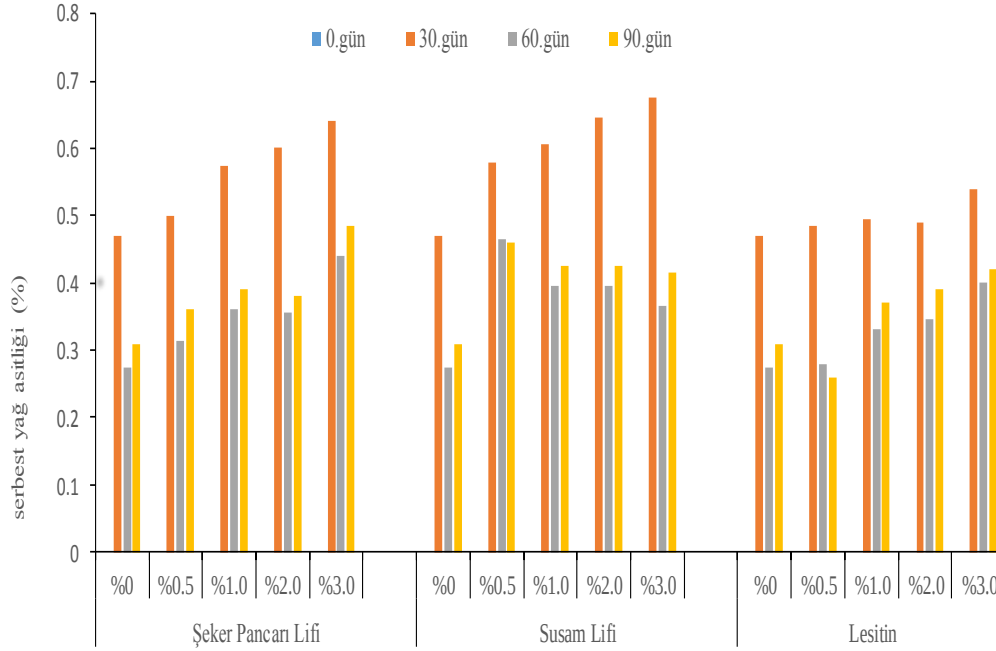
Çizelge 4.18. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin serbest yağ asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Depolama Zamanı	n	Serbest Yağ Asitliği (%)
0	30	0.000d
30	30	0.549a
60	30	0.351c
90	30	0.380b

a-d, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Depolama süresinin tahmin edildiği gibi serbest yağ asitliği oluşumunu etkilediğini belirlenmiştir. Depolama süresi incelendiğinde 60. ve 90. günlerde serbest yağ asitliği değerinde azalmalar belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak yağ asitlerinin daha düşük molekül ağırlıklı maddelere parçalanması sonucu olduğu düşünülmektedir.

Tahinin serbest yağ asitliği değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi şekil 4.3’ de aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.3. Tahinin serbest yağ asitliği değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi

Şekil 4.3 incelendiğinde serbest yağ asitliği 30. gün depolama süresinde en üst değerlerde izlenirken 30. gün depolama süresinde şeker pancarı lifi ve susam lifinde katkı seviyesi arttıkça da serbest yağ asit miktarında bir artış izlenmiştir. Lesitin katkılı tahinlerde ise genel ortalama olarak serbest yağ asitliği miktarı diğer iki katkı türüne göre daha düşüktür.

Serbest yağ asitliğinin 0. günde ki katkı ilavesinden sonra tahinin yapısındaki düşük molekül ağırlıklı maddelere parçalanması sonucu olduğu düşünülmektedir.

Türk gıda kodeksi tahin tebliğine (Tebliğ No: 2015/27) göre tahinde en çok %2.4 oleik asit bulunabilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre tahin örnekleri tebliğe uygunluk göstermektedir.

4.3.4 Toplam asitlik

Tüm gıdalar bir veya daha fazla asidin karışımını içermektedirler. Bu asitler gıdanın yapısında bulunabildikleri gibi mikroorganizmaların ya da bazı enzimatik

reaksiyonların etkisiyle de oluşabilmektedirler. Toplam asitlik tayinleri ürünün tadının derecesini saptamada kullanılan bir yöntemdir. Toplam asitlik, tahin yapısında bulunan organik asitleri ve serbest yağ asitleri gibi asitleri içermektedir. Toplam asitlik ölçümü gıda ürünlerinin kalite kontrolünde yer alan önemli kalite parametrelerindendir. Gıda ürünlerinin yapısal bileşik halinde bulunan organik asitler ürünün olgunluk derecesini belirleme, tat, aroma, renk parlaklığı ve kalitesinin korunmasında önemli rol oynar. Hasat edildikten sonra depolama sürecinde ürünlerde doğal olarak bulunan asitler, solunum ve şeker sentezi gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Depolama süresince gerçekleşen çözülme ve bozulma reaksiyonları ürünlerdeki serbest karboksil gruplarının ve serbest hidrojen iyonlarının artmasına yol açar. Bu sebepler gıdadaki pH değerinin azalmasına ve toplam asitlik değerlerinin artmasına sebep olur (Şengül, 2014).

Farklı katkıları ilave edilerek depolanan sıvı tahinlerde depolama sırasındaki toplam asitlik sonuçlarına ait sonuçlar Çizelge 4.19’ de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ortalama toplam asitlik değerleri

		Toplam Asitlik (%)			
		Depolama Süresi (Gün)			
Katkılar	Seviye (%)	0	30	60	90
Şeker Pancarı Lifi	0	1.920±0.028	2.045±0.021	1.730±0.014	1.685±0.021
	0.5	1.920±0.028	1.965±0.021	1.488±0.016	1.460±0.014
	1.0	1.920±0.028	1.870±0.042	1.475±0.007	1.455±0.007
	2.0	1.920±0.028	1.750±0.028	1.455±0.007	1.450±0.000
	3.0	1.920±0.028	1.670±0.014	1.425±0.007	1.430±0.000
Susam Lifi	0	1.920±0.028	2.045±0.021	1.730±0.014	1.685±0.021
	0.5	1.920±0.028	1.655±0.007	1.590±0.014	1.565±0.007
	1.0	1.920±0.028	1.645±0.021	1.475±0.063	1.525±0.007
	2.0	1.920±0.028	1.615±0.007	1.485±0.021	1.480±0.000
	3.0	1.920±0.028	1.575±0.007	1.460±0.014	1.445±0.007
	0	1.920±0.028	2.045±0.021	1.730±0.014	1.685±0.021
	0.5	1.920±0.028	1.650±0.028	1.420±0.014	1.450±0.014

Lesitin	1.0	1.920±0.028	1.650±0.014	1.400±0.000	1.415±0.007
	2.0	1.920±0.028	1.630±0.014	1.385±0.021	1.410±0.000
	3.0	1.920±0.028	1.605±0.021	1.375±0.007	1.390±0.014

Çizelge 4.19 incelendiğinde depolama başlangıcına göre zamanla toplam asitlik değerlerinde genel olarak bir azalma olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca paketlenmiş materyaldeki yağın ayrılması sonucunda toplam asitlik değerlerinde bir azalmaya sebep olduğu düşünülmektedir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.20’ de verilmiştir.

Çizelge 4.20 . Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	KO	F
Katkı	2	0.03	71.24**
Seviye	4	0.24	525**
Zaman	3	1.25	2767**
Katkı x Seviye	8	0.003	6.95**
Seviye x Zaman	6	0.031	68.35**
Katkı x Zaman	12	0.024	53.47**
Katkı x Seviye x Zaman	24	0.003	7.72**

**p<0.01 seviyesinde önemli

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.21 de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Toplam Asitlik (%)
Şeker pancar Lifi	40	1.697a
Susam Lifi	40	1.678b
Lesitin	40	1.641c

a-c, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0.05)

Çizelge 4.21’de Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre farklı katkıların katılması ile elde edilen ortalama değerler karşılaştırıldığında katkı çeşidinin de toplam asitlik değeri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek toplam asitlik değeri şeker pancarı lifi katkılı tahinde bulunurken en düşük toplam asitlik değeri lesitin katkılı tahinde belirlenmiştir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.22 de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Seviye	n	Toplam Asitlik (%)
0.0	24	1.844a
0.5	24	1.666b
1.0	24	1.639c
2.0	24	1.618d
3.0	24	1.594e

a-e, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.22’ de farklı seviyelerde katkı maddesi katılarak elde edilen tahin örneklerinde katkı seviye arttıkça toplam asitliği miktarının azaldığı belirlenmiştir. Katkı kullanım oranı arttıkça toplam asitlik azalmıştır. En düşük toplam asitlik %3 katkılı örneklerde en fazla değer ise kontrol örneğinde belirlenmiştir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.23 de verilmiştir.

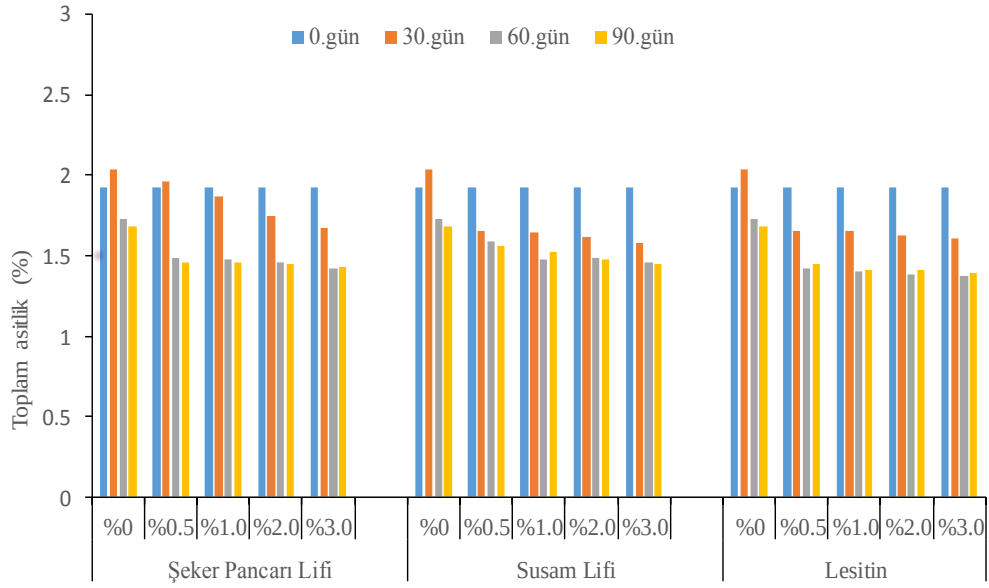
Çizelge 4.23 Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin toplam asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Depolama Zamanı	n	Toplam Asitlik (%)
0	30	1.920a
30	30	1.761b
60	30	1.508c
90	30	1.501c

a-b, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.23’ de depolama zamanına bağlı olarak toplam asitlik miktarında depolama başlangıcına göre azalma belirlenmiştir. Bu azalmanın nedeni olarak yapıdan ayrılan yağ miktarının artışının etkili olduğu düşünülmektedir.

Tahinin toplam asitlik değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi şekil 4.4’ de verilmiştir.



Şekil 4.4 Tahinin toplam asitlik değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi

Şekil 4.4 incelendiğinde 60. ve 90. günlerde belirlenen toplam asitlik değerlerinin oldukça stabil olduğu görülmektedir. Depolama süresi boyunca belirlenen sonuçlar incelendiğinde pH değerlerinde artış görülürken toplam asitlik değerlerinde azalma belirlenmiştir. Depolama süresince gerçekleşen bu olay yapıdan yağ ayrılmasının sonucu olduğu düşünülmektedir.

Yaptığımız araştırmada bu tip ürünlerde toplam asitliğin kalite kriteri olmadığı söylenebilir ancak toplam asitlik tüketici beğenisini doğrudan etkileyeceği göz önüne alındığında yapılacak duyusal analizler için önemli olabilir.

4.3.5. TBARS değeri

Gıdaları oluşturan temel unsurlar karbonhidrat, protein ve yağdır. Bu bakımdan gıdalarda oksidasyon olayı karbonhidrat oksidasyonu, protein oksidasyonu ve yağların

oksidasyonu olmak üzere 3 ana başlıkta incelenebilir. Oksijen; gıdanın yağ, karbonhidrat ve proteinlerine etki ederek az veya çok hissedilebilen kalite düşmelerine neden olmaktadır. Gıda bileşenleri ile hava oksijeni arasında kendiliğinden meydana gelen bu olaya "otoksidasyon" denilmektedir (Çakmakçı ve Gökalp, 1992). Yağlarda otoksidasyon, çifte bağlara komşu alfa metilen gruplarında serbest radikallerin oluşumunu gerçekleştiren zincirleme reaksiyon sonucu meydana gelmektedir (Nas vd, 2001). Yağların oksidasyonunda; üretim, depolama ve pişirme aşamalarındaki çeşitli kimyasal mekanizmalar sorumludur. Triplet oksijen ve singlet oksijen olmak üzere iki çeşit oksijen yağlarla tepkimeye girebilmektedir (Choe ve Min, 2006).

Lipidlerde özellikle doymamış yağ asitlerine bağlı olarak oluşan oksidatif bozulmalar, üç temel yoldan yararlanılarak önlenabilir. Bunlardan ilki; yağlar ve yağ içeren maddelerin işlenme ve saklanmaları esnasında mümkün olduğunca oksijenle temaslarının kesilmesi ve hatta vakum ortamında yapılmasıdır. Lipidlerin oksidatif yolla bozulmalarını önlemede yararlanılan diğer bir yol, yağ ve yağlı gıdaların mümkün olduğunca düşük sıcaklık derecelerinde ve ışıktan korunarak depolanmalarıdır. Çünkü sıcaklık ve ışık, lipidlerdeki oksidatif tepkimelerin başlamasını ve hızlanmasını teşvik eden en önemli iki faktördür Lipidlerde oluşabilecek oksidatif tepkimeleri önlemek için yararlanılan bir başka yol ise antioksidan maddelerin kullanılması olup diğerlerine kıyasla daha etkili bir yöntemdir çünkü ortamda antioksidan maddeler bulunması halinde, daha oksidatif tepkimelerin başlangıcında oluşan oksi- peroksit- radikallerinin, zincir tepkimeleri başlamadan ve tepkimeler otokatalitik bir karakter kazanmadan önce, yakalanmaları mümkün olmaktadır (Kayahan, 2005).

Gıdalarda ve diğer biyolojik sistemlerde oluşan lipid oksidasyonunu belirlemede kullanılan en eski ve en çok kullanılan yöntemlerden biri 2-tiyobarbiturik asit (TBA) testidir. Lipid oksidasyon derecesinin belirlenmesinde TBA değeri mili eşdeğer gram MDA/ kg yağ olarak ifade edilir. Malondialdehit (MDA: $\text{CH}_2(\text{CHO})_2$) çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda minör bir üründür (Shahidi vd.2002, Logani ve Davies, 1979).

Farklı katkıları ilave edilerek depolanan sıvı tahinlerde depolama sırasındaki ayrılan yağ değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.24' de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ortalama TBARS değerleri

Katkılar	Seviye (%)	TBARS (malonaldehit MA/kg)			
		Depolama Süresi (Gün)			
		0	30	60	90
Şeker Pancar Lifi	0	5.748±0.286	6.675±0.035	7.300±0.141	8.375±0.134
	0.5	5.748±0.286	8.045±0.091	8.090±0.042	8.490±0.056
	1.0	5.748±0.286	8.135±0.063	8.285±0.077	8.595±0.021
	2.0	5.748±0.286	8.545±0.063	8.650±0.028	9.065±0.049
	3.0	5.748±0.286	9.090±0.127	9.250±0.070	9.850±0.254
Susam Lifi	0	5.748±0.286	6.675±0.035	7.300±0.141	8.375±0.134
	0.5	5.748±0.286	7.395±0.035	7.545±0.035	8.500±0.042
	1.0	5.748±0.286	7.585±0.049	7.655±0.035	8.660±0.014
	2.0	5.748±0.286	7.735±0.021	7.900±0.014	8.715±0.021
	3.0	5.748±0.286	7.795±0.148	7.970±0.056	8.795±0.007
Lesitin	0	5.748±0.286	6.675±0.035	7.300±0.141	8.375±0.134
	0.5	5.748±0.286	8.020±0.056	8.180±0.042	8.565±0.021
	1.0	5.748±0.286	8.045±0.063	8.380±0.028	8.800±0.042
	2.0	5.748±0.286	8.225±0.021	8.450±0.028	9.100±0.098
	3.0	5.748±0.286	8.250±0.084	8.550±0.028	9.495±0.063

±Standart sapma

Çizelge 4.24. incelendiğinde tüm katkı türlerinde seviye arttıkça TBARS miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Bu artışların düşük seviyelerde bir artış olduğu söylenebilir. Aynı seviyede tüm katkı türlerinde de depolama süresi arttıkça TBARS değerinde artış izlenmiştir. Buda bize zamanla tahin içerisinde otooksidasyon görülebileceği hakkında bilgi vermiştir. TBARS değerinin artması yağın yapısının bozulmasıyla ilişkilendirilebilir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.25 de verilmiştir.

Çizelge 4.25 . Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	KO	F
Katkı	2	1.66	64.55**
Seviye	4	3.36	131.22**
Zaman	3	50.72	1977**
Katkı x Seviye	8	0.25	9.78**
Seviye x Zaman	6	0.54	21.27**
Katkı x Zaman	12	0.27	10.62**
Katkı x Seviye x Zaman	24	0.044	1.71*

**p<0.01 seviyesinde önemli

Katkı, seviye, zaman kavramlarının tamamının TBARS değeri üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olduğu Çizelge 4.25’ de görülmüştür.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.26’ da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Katkı Çeşidi	n	TBARS (malonaldehit MA/kg)
Şeker pancar Lifi	40	7.759a
Susam Lifi	40	7.367c
Lesitin	40	7.657b

a-c, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0.05)

Katkı çeşidinin TBARS değerlerinde ki ortalamalara etki ettiği söylenebilir. En düşük TBARS değeri susam lifi katkılı tahin de görülmüşken en yüksek şeker pancarı lifli tahinde gözlemlenmektedir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.27 de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Seviye	n	TBARS (malonaldehit MA/kg)
0.0	24	7.024e
0.5	24	7.506d
1.0	24	7.615c
2.0	24	7.802b
3.0	24	8.024a

a-e, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.27 de görüldüğü gibi her katkı seviyesi TBARS değerinde istatistiksel farklılık oluşturduğu için önemli bir parametredir. Katılan katkının oranı arttıkça TBARS değeri yükselmiştir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.28 de verilmiştir.

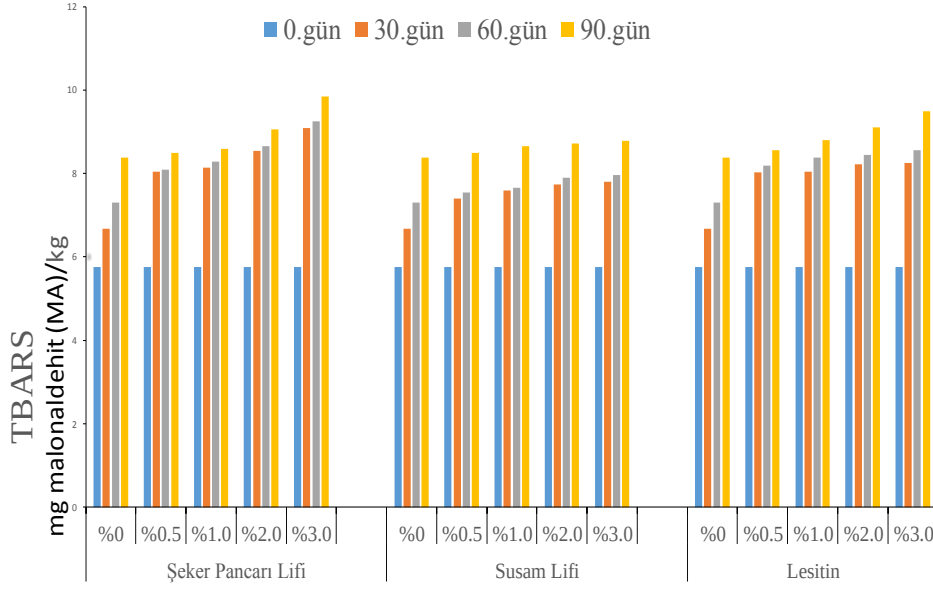
Çizelge 4.28. Farklı oranlarda katkı maddeleri ilave edilerek depolanan tahinlerin TBARS değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Depolama Zamanı	n	TBARS (malonaldehit MA/kg)
0	30	5.748d
30	30	7.792c
60	30	8.053b
90	30	8.783a

a-d, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.28 de görüldüğü gibi farklı depolama sürelerinin, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirildiğinde farklı TBARS sonuçları görülmesine sebep olduğu görülmüştür. Depolama süresi arttıkça TBARS sonucu yükselmiştir. Ürün bekledikçe TBARS değerinin arttığı görülmüştür. Tahinin içerisinde ki yağların otooksidasyona uğradığının bir göstergesidir.

Tahinin TBARS değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyon grafiği Şekil 4.5 de aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.5. Tahinin TBARS değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi

Şekil 4.5’ deki katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyon grafiğine göre katkı çeşidinin de seviyenin de depolama zamanının da TBARS değeri üzerine etkili olduğunu söyleyebiliriz. Hem katkı seviyesi miktarında ki artış hem de depolama süresinin TBARS değerini artırdığını görülmüştür. Bu durum tam da ön görüldüğü gibidir. Direkt olarak orantılı bir artış söz konusudur. Tahin yüksek oranda yağ içeren bir gıdadır (% 50-% 55) yapısındaki yağların oksidasyona uğraması zamanla ve katkı maddeleri ilavesiyle beklenen bir sonuçu ve yapmış olduğumuz analizlerde bu net bir şekilde belli olmaktadır.

Oksidasyonun geciktirilmesi gıda üreticileri ve fabrikadan tüketiciye gıda zincirinin içinde olan bütün kişiler için önemlidir. Oksidasyon, gıdanın oksijen ile temasının engellenmesi, düşük sıcaklık uygulamaları, oksidasyonu katalizleyen enzimlerin inaktivasyonu, oksijen basıncının düşürülmesi ve uygun ambalajlama gibi değişik tekniklerle engellenebilmektedir. Gıdaları oksidasyona karşı korumanın en

etkili yolu ise antioksidan özellikteki maddelerinin kullanılmasıdır (Pokorny vd., 2001).

4.3.6. Konjuge Dien değeri

Lipidler, çift bağ arasında ardışık şekilde tek bağ bulundurabilirler. Bu hale konjuge hal denir. Konjuge halde yapısında 2 çift bağ içerenlere dien, 3 çift bağ içerenler trien yapılar denilmektedir. Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin lipidlerin oksidasyon sırasında konjuge form oluşur. Çoklu doymamış yağ asitlerinden hareketle oluşan hidroperoksitler konjugasyonun oluşmasına yol açar. Bu oluşum UV spektrumunda kolaylıkla belirlenir. Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm’de okunur. Konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm’ deki özgül soğurma değeri artar. 270 nm’ de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen uçucu aroma bileşenleri) paralel olarak artış gösterir (Kayahan, 2002). Konjuge dien metodu yağların stabil indekslerinin belirlenmesinde peroksit değerine ilaveten kullanılabilir. Konjuge dien metodu renk değişimi ve kimyasal reaksiyonlara bağlı olmadığından peroksit metoduna göre daha kolay ve hızlıdır ayrıca daha az örnek miktarlarıyla çalışılabilmektedir.

Normal şartlar altında yağlar içerdikleri antioksidan maddeler ve yağ asitlerinin çeşit ve miktarına bağlı olarak, oksidatif reaksiyonlara karşı belirli bir direnç göstermektedir. Genellikle indüksiyon periyodu olarak tanımlanan ve her yağ için farklı olan bu süreçte, oluşan oksidatif reaksiyonların büyük bir çoğunluğu, antioksidan maddelerin oksidasyonu şeklinde kendini göstermektedir. Böylece, yağın ana unsurlarından yağ asitleri okside olmadığından, bu evrede oluşan tat ve koku bozucu maddelerin miktarları, yağın tüketimini engellememektedir ancak yağların bu maddeler etkisinde korunması sınırsız olmayıp yağın içerdiği antioksidanların tükenmesiyle ana bileşenlerden öncelikle doymamış yağ asitlerinin otoksidasyonu başlamaktadır (Kayahan, 2002).

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ortalama konjuge dien değerleri çizelge 4.29’ da aşağıda verilmiştir

Çizelge 4.29. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin ortalama Konjuge Dien değerleri

		Konjuge Dien			
		Depolama Süresi (Gün)			
Katkılar	Seviye (%)	0	30	60	90
Şeker Pancarı Lifi	0	0.765±0.007	1.712±0.001	1.356±0.048	1.199±0.015
	0.5	0.765±0.007	0.699±0.002	0.711±0.013	0.711±0.005
	1.0	0.765±0.007	0.715±0.002	0.838±0.017	0.845±0.021
	2.0	0.765±0.007	0.760±0.006	0.916±0.006	0.916±0.007
	3.0	0.765±0.007	0.825±0.004	0.960±0.014	0.956±0.014
Susam Lifi	0	0.765±0.007	1.712±0.001	1.356±0.048	1.199±0.015
	0.5	0.765±0.007	0.783±0.008	0.800±0.014	0.814±0.013
	1.0	0.765±0.007	0.819±0.004	0.877±0.060	0.882±0.053
	2.0	0.765±0.007	1.263±0.026	1.388±0.046	1.393±0.044
	3.0	0.765±0.007	1.665±0.002	1.690±0.046	1.717±0.045
Lesitin	0	0.765±0.007	1.712±0.001	1.356±0.048	1.199±0.015
	0.5	0.765±0.007	1.164±0.002	1.308±0.004	1.396±0.009
	1.0	0.765±0.007	1.207±0.002	1.356±0.001	1.390±0.021
	2.0	0.765±0.007	1.313±0.004	1.416±0.007	1.500±0.014
	3.0	0.765±0.007	1.417±0.004	1.492±0.017	1.604±0.021

Ortalama±Standart sapma

Gıdaların bozulmasında lipid oksidasyonu önemlidir. Lipidler normal koşullarda radikal formda olmayıp ısı, metaller veya ışığın etkisiyle radikal formlar oluşturmaktadırlar (Choe ve Min, 2006). Gıdalarda bulunan lipidlerin oksidatif yıkımı sonucu; potansiyel olarak toksik ikincil maddelerin oluşumu ile besinsel kalite kaybı ile sonuçlanan, ransit koku, aroma meydana gelmektedir (Choe ve Min, 2006).

Çizelge 4.29’ da görüldüğü gibi katkısız tahin grubu (0 seviye) hariç TBARS sonuçlarında görüldüğü gibi hem seviye hem de depolama süreleri arttıkça Konjuge Dien değerlerinde artış izlenmiştir. Yağ asitlerinden hareketle oluşan hidroperoksitler yavaş yavaş konjugasyonun oluşmasına ve konjuge dien değerlerinin yükselmesinde rol oynadığı ön görülmüştür.

Kontrol grubunda ise 30. günde önce yükselip bunları izleyen 60. ve 90. günde azalmasının sebebinin yağ asitlerinin parçalanmasıdır.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin konjuge dien değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.30 da aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.30 .Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin Konjuge Dien değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	KO	F
Katkı	2	1.14	2488**
Seviye	4	0.64	1406**
Zaman	3	1.32	2865**
Katkı x Seviye	8	0.20	427**
Seviye x Zaman	6	0.16	344**
Katkı x Zaman	12	0.13	287**
Katkı x Seviye x Zaman	24	0.023	50.01**

**p<0.01 seviyesinde önemli

Katkı, seviye, zaman kavramlarının tamamının konjuge dien değeri üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olduğu Çizelge 4.25 de görülmüştür. İkili ve üçlü interaksiyonlarda dahi her bir etkileşimin konjuge dien değeri değişiminde istatistiksel açıdan çok önemli olduğu görülmüştür.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin konjuge dien değerlerine ait Duncon çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.31 de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin Konjuge Dien değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Katkı Çeşidi	n	Konjuge Dien değeri
Şeker pancar Lifi	40	0.897c
Susam Lifi	40	1.109b
Lesitin	40	1.233a

a-c, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır (p<0.05)

Çizelge 4.31' de farklı katkı çeşidinin kullanımının konjuge dien değerleri üzerinde istatistiksel bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. En yüksek konjuge dien değerine lesitin sahipken en düşük konjuge dien değeri şeker pancarı lifinde görülmektedir.

Bunun sebebi özellikle lesitinin yağ asidi zincirlerine sahip olmasıdır (Evers vd., 2000).

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin konjuge dien değerlerine ait Duncon çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.32’ de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin Konjuge Dien değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Seviye	n	Konjuge Dien değeri
0.0	24	1.258a
0.5	24	0.890e
1.0	24	0.935d
2.0	24	1.096c
3.0	24	1.219b

a-e, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.32’ de görüldüğü gibi katkısız tahinin en yüksek konjuge dien değerine sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubunu ayrı tutarsak katkı seviyesinin artırılmasının konjuge dien değerinin yükselmesine yol açtığı görülmektedir.

Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin konjuge dien değerlerine ait Duncon çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.33 de verilmiştir.

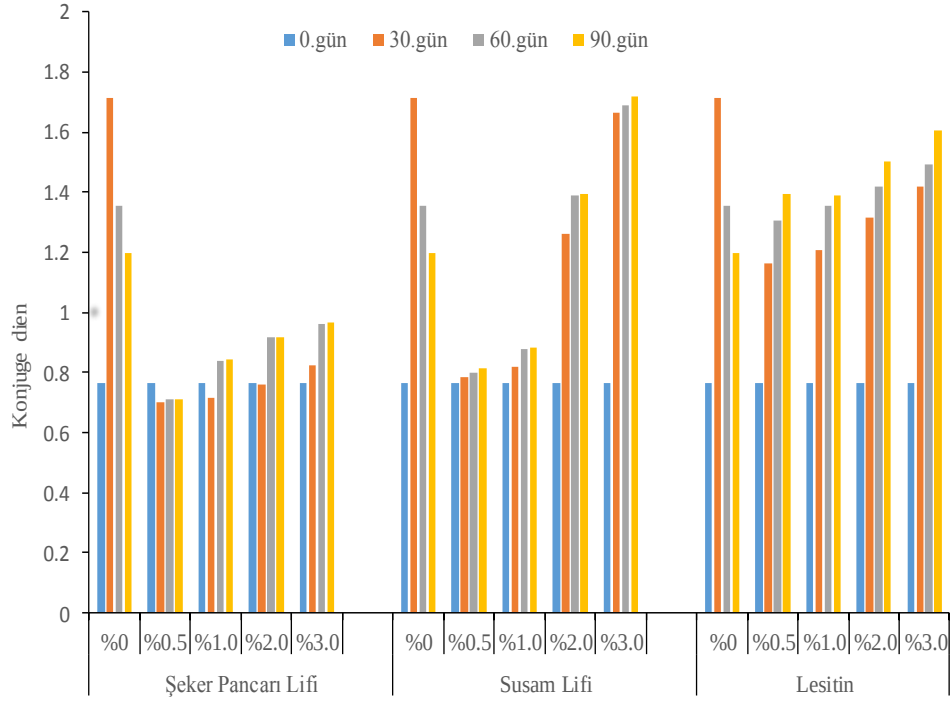
Çizelge 4.33. Farklı oranlarda katkı maddeleri eklenerek depolanan tahinlerin Konjuge Dien değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Depolama Zamanı	n	Konjuge Dien değeri
0	30	0.765b
30	30	1.184a
60	30	1.188a
90	30	1.182a

a-b, Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

Çizelge 4.33’ de görüldüğü gibi fabrikadan üretildiği gibi alınıp getirilen beklememiş tahinin konjuge dien değerinin depolanmamış tahinlere oranla daha düşük olduğu görülmüştür. 0. günden 30. güne doğru konjuge dien değeri bariz bir artış gösterirken 30. günden sonra stabil olarak izlendiği görülmektedir

Tahinin Konjuge Dien değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi Şekil 4.6' da aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.6. Tahinin Konjuge Dien değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyonunun etkisi

Konjuge Dien değeri üzerine katkı x seviye x depolama zamanı interaksiyon grafiğine göre kontrol grubu hariç tüm katkı katılan tahinlerde seviye de zaman da arttıkça konjuge dien değerinde bir artış söz konusudur. Bu artış lesitin katkılı tahinlerde daha fazla yaşanmıştır. Bunun sebebi, ürünün bileşiminde bulunan katkıların ve özellikle lesitin yağ asidi zincirlerine sahip olmasıdır. Depolama zamanı ilerledikçe yağlarda meydana gelen parçalanma ürünleri miktarında da kontrole göre daha fazla artış olmuştur. Ürünün yüksek serbest yağ asitliği değerine sahip olması ürünün yağ kalitesinin düşük olduğunu göstermemektedir. Bu durumda yağ asitlerindeki yüzde değişimin analiz edilerek göz önüne alınmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir (Evers vd, 2000).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Farklı oranlarda (%0.5 , %1 , %2, %3) şeker pancarı lifi, susam lifi ve lesitin katkılı tahin örnekleri ile katkı katılmamış tahin örnekleri; ayrılan yağ miktarı, pH değeri, renk değerleri (L^* , a^* , b^*), serbest yağ asitliği miktarı (oleik asit cinsinden), toplam asitlik, TBARS (malonaldehit MA/kg) ve konjuge dien değeri bakımından farklı günlerde (0., 30., 60. ve 90. gün) analiz edilmişlerdir.

pH değerinde, depolama ile beraber yağ asitlerinin parçalanmasından kaynaklı olarak ve kullanılan katkıların pH değerleri ile orantılı olarak artış ve azalmaların olduğunu belirlenmiştir. Katkı çeşitlerinin, seviyelerinin ve depoma zamanının pH değeri üzerine çok önemli ($p<0.05$) etkileri belirlenmiştir.

Sıvı tahinlerin renk değerleri üzerine katkı ilavelerinin çok düşük düzeyde etkisi belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan katkıların renk değerleri tahin ile bariz bir şekilde farklılık göstermeyen katkılar olduğundan istatistiksel olarak örneklerin renk değerlerinde fark edilebilir farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir. Sonuçta tahin için seçmiş olduğumuz katkı maddeleri ve oranlarını kullanmak endüstriyel açıdan katkıların tahinde rahatlıkla kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Hem katkı çeşitleri hem de seviyeleri serbest yağ asitliği ve toplam asitlik değerleri üzerinde önemli değişiklikler oluşturduğu Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarında ($p<0.05$) belirlenmiştir. Aynı zamanda katkısız tahinlerde de depolama sırasında hem serbest yağ asitliği hem de toplam asitlik miktarı üzerinde değişiklik olduğu gözlemlenmektedir.

TBARS ve konjuge dien analiz sonuçları ise istatistiksel açıdan değişkenlik göstermektedir, fakat özellikle zamanla çok daha düzgün şekilde dalgalanmadan 30. günden sonra 90. güne kadar sürekli yavaş bir şekilde artan bir eğilim göstermektedir.

Çalışmamızın temel amacını oluşturan yüzeyde biriken yağın azaltılması yani engellenmesinin en büyük göstergesi olan % ayrılan yağ miktarının belirlenmesinde de olumlu olarak değerlendirilebilecek sonuçlar elde edilmiştir. Tahin süspansiyon bir ürün olduğu için termodinamik açıdan kararsız bir yapıdır. Tahinde yağ miktarı % 50-55 dolaylarında olduğu için ayrılan yağı engellemek oldukça zor bir işlemdir. Zaman ile mutlaka yüzeyde bir yağ birikecektir ve bu her zaman depolama süresi arttıkça artacaktır. Yapmış olduğumuz çalışmada aynı depolama sürelerinde sadece katkısız

tahin ile katkı olarak kullandığımız şeker pancarı lifi, susam lifi ve lesitin ilave edilmiş tahinleri kıyaslayarak bir çıkarımda bulunmuş olursak katkı kullanılan tahin örneklerinde katkısız tahine göre ayrılan yağ miktarını % 30 dolaylarına kadar azalttığımızı söyleyebiliriz.

Kullandığımız katkılardan lesitin emülgatör sınıfına girdiği için tahin tebliğinde kullanılması yasak bir katkıdır. Şeker pancarı lifi ve susam lifi ise kullanımı yasak olmayan ve ürünün yapısında kıvam artırıcı olarak görev yapabilecek su fazı ile yağ fazını bir arada tutabilecek ajan görevi gören maddelerdir.

Sonuç olarak kullandığımız 3 katkı çeşidinin de, ortalama olarak %25-30 oranlarında yapıdan ayrılan yağ fazını azalttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca özellikle yağ ayrılmasını azaltmak için kullanılacak katkı maddelerinin seçiminde ürüne daha iyi karışması ve faz viskozitesini artırması açısından özellikle partikül boyutunun daha düşük olması gerekmektedir. Kullanılacak katkı maddelerinin içeriğinde protein bazlı katkıların bulunması da yapıdaki yağın tutulması açısından ve dolayısı ile flokülasyon oluşturmaması bakımından oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Abu-Jdayil, B., Al-Malah, K., and Asoud, H. (2002). Rheological characterization of milled sesame (tehineh). *Food Hydrocolloids*, **16**, 55– 61.
- Abu-Jdayil, B., Flow properties of sweetened sesame paste (halawa tehineh, *European Food Research and Technology* 219.3 (2004): 265-272.
- Akbulut, M. and Çoklar, H. 2008. Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels. *Journal of Food Process Engineering*, 31: 4, 488-502. doi: 10.1111/j.1745-4530.2007.00162.x
- Al-Nabulsi, A. A., Olaimat, A. N., Osaili, T. M., Shaker, R. R., Zein Elabedeen, N., Jaradat, Z. W., Abushelaibi, A. and Richard, A. H. 2014. Use of acetic and citric acids to control Salmonella Typhimurium in tahini (sesame paste). *Food Microbiology*, 42, 102-108. doi: 10.1016/j.fm.2014.02.020
- Aletor, O., Oshodi, A.A. ve Ipinmoroti, K., (2002). “Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates”, *Food Chemistry*, 78(1): 63–68.
- Altay, F. L. and Ak, M. M. 2005. Effects of temperature, shear rate and constituents on rheological properties of tahin (sesame paste). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1, 105-111. doi: 10.1002/jsfa.1945
- Anonymous, 2000. Official Methods of Analysis. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Anonim (2017). Türk Gıda Kodeksi Tahin Tebliği. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.20835&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=tahin> (Erişim tarihi: 06.04.2017)
- Antolovich, P.D. Prenzler, E.Patsalides, S. Mcdonald and K.Robards, 2001.*Methods for testing antioxidant activity*, The Analyst, 127 ,183-198.
- 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 doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.010>
- Bandyopadhyay, K., Misra, G., Ghosh, S. 2008. Preparation and characterisation of protein hydrolysates from Indian defatted rice bran meal. *Journal of Oleo Science*, 57(1), 47-52.
- Başdoğan H. 2016. Tahinde ki faz ayrımı ve reolojik özellikler üzerine ultrases işleminin etkisi Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Batu, A., Elyıldırım, F. 2009. Geleneksel helva üretim teknolojisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3):32-43.
- Baylan, N., 1993, Tahin Helvalarında Saponin Miktarı Üzerine Araştırma, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi. 64s. Ankara.
- Cano-Medina, A., Jimenez-Islas, H., Dendooven, L., Herrera, R.P., Gonzalez-Alatorre, and G., Escamilla-Silva, E.M. 2011. Emulsifying and foaming capacity and emulsion and

foam stability of sesame protein concentrates. Food Research International, 44:684-692.

- Ceyhun, E. A., 2003, Türk Tahin Helvalarında Saponin Miktarının HPLC ile Belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, 52 s, Ankara.
- Choe and D.B. Min, 2006, *Mechanisms and Factors for Edible oil Oxidation*, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 5, 169-186.
- Çakmakçı, S. ve Gökarp, H. Y. 1992. Gıdalarda kısaca oksidasyon; antioksidantlar ve gıda sanayiinde kullanımları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23: 2, 174-192.
- Çavuşoğlu Y. 2017, Tahin üretiminde fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin değişmesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Çiftçi D. K., Kaya S., Kahyaoglu T. ve Kapucu S., 2007. Tahinin Partikül boyutu ile Kolloit Dayanıklılığının Etkilesimi. 5. *Gıda Mühendisliği Kongresi*, 08-10 Kasım, Ankara, Gıda Mühendisleri Odası.
- El-Adawy, T. A. and Mansour, E. H. 2000. Nutritional and physicochemical evaluations of tahina (sesame butter) prepared from heat-treated sesame seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 14, 2005-2011. doi: 10.1002/1097-0010(200011)80:14<2005::AID-JSFA740>3.0.CO;2-J.
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C. and Attia, H. 2007. Quality Characteristics of Sesame Seeds and By-Products. *Food Chemistry*, 103, 641-650. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.008>
- Escamilla-Silva, E.M., Guzman-Maldonado, S.H., Cano-Medinal, A. ve GonzalezAlatorre, G., 2003. "Simplified process for the production of sesame protein concentrate. Differential scanning calorimetry and nutritional, physicochemical and functional properties", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 972-979.
- Evers, J.M., Morris, A., Conaghan, E.F. ve Palfreyman, K.R., 2000. The BDI method - Part II: The effect of the whole milk powder manufacturing process on free fatty acid levels. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 55, 37-39.
- Evlogimenou, A., Paraskevopoulou, A., Kiosseoglou, V. 2017. Exploitation of hazelnut, maize germ and sesame seed aqueous extraction residues in the stabilisation of sesame seed paste (tahini). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(1), 215-221.
- FAOSTAT. 2017. Production quantities of Sesame seed by country. Kaynak: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Erişim Tarihi: 09.08.2017)
- Gamlı, Ö.F. ve Hayoğlu, İ., 2007. The effect of the different packaging and storage conditions on the quality of pistachio nut paste. *Journal of Food Engineering* 78, 2, 443-448.
- Garti, N., 2001. Food emulsifiers and stabilizers. Food Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical and Microbiological Changes. Ed. N.A. Eskin ve D.S. Robinson. CRC Press.
- Grigelmo-Miguel, N., Abadías-Serós, M.I., Martín-Belloso, O., 1999. Characterisation of low-fat high-dietary fibre frankfurters. *Meat Sci.* 52, 247–256.
- Görgüç, A. 2018. Susam Kepeğinden Protein Özütlenmesinde Enzimin ve Ultrases İşleminin Etkinliğinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisan Tezi. Aydın. s 128.

- Güneşer, O. 2009. Farklı Gıda Katkı Maddeleri Kullanımının Tahin Helvası Emulsiyon Stabilitesi Ve kalitesine Olan etkilerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma. Çanakkale Onsekiz mart Üniversitesi fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 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, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu, Çanakkale.http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=9&vtadi=TPRJ&ano=90711_29d22795756305110dd1e50e8b16227a
- Hamilton, R.J., 1989. The chemistry of rancidity in foods. Alınmıştır: Rancidity in Foods, Ed. J.C. Allen ve R.J. Hamilton, Elsevier Applied Science, ss.1-21.
- Hui, Y.H., 1992. Encyclopedia of Food Science and Technology. Wiley-Interscience Publication. ss. 1343, 1344, 1601-1604.
- Işık Ç 1995. Samsun Kaynaklı Susam Tohum Yağı Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Farmakognozi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara
- Karakahya E, Yılmaz İ. 2006. Tahin Helvası Üretiminde Farklı Bitkisel Yağı Soya Proteini Kullanımının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü yüksek Lisans Tesi. Tekirdağ
- Karaman, S., Yılmaz, M. T., Öztürk, G., Yüksel, F., Toker, Ö. S. and Doğan, M. 2017. Characterization of grape molasses/sesame paste/honey blends: multiple response optimization of some physicochemical, bioactive, viscoelastic and sensory properties. *Journal of Food Process Engineering*, 40: n/a, e12406. doi:10.1111/jfpe.12406.
- Kayahan, M. 2002. Yağ Tüketimi ve Sağlık. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 12, 39-47.
- Kayahan, M., 2005. Lipidler. In: Gıda Kimyası (Saldamlı, D., -ed) Hacettepe Üniversitesi Yayınları, pp 133-221, Ankara.
- Kömez E 2002. Tahin Üretimi İçin Uygun Koşulların Belirlenmesi.. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 41s. Ankara.
- Kristott, J., 2000. Fats and oils. Alınmıştır: The Stability and Shelf-life of Food. Ed. D.Kilicast ve P. Subramaniam, CRC Press ss. 279-309.
- Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-Pulido, M. P., Goya, L., & Bravo, L. 2007. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fiber-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Food Chemistry*, 3, 948-954.
- Lemon, D. W. 1975. *An improved TBA test for rancidity*. New Series Circular, No:51, Halifax Laboratory: Halifax, Nova Scotia.
- Lindner, P. Ve Kinsella, J.E., 1991. Study of hydration process in tehin. *Food Chemistry*, 42: 301-319.
- Liu, B.L., Chiang, P.S. 2008. Production of hydrolysate with antioxidative activity and functional properties by enzymatic hydrolysis of defatted sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Applied Science and Engineering*, 6(2), 73-83.
- Logani, R.E. Davies, *Lipid Oxidation: Biologic Effects and Antioxidants*, A review, *Lipids*, 15(1979) 485-495.

- Lokumcu, F. 2000. Tahinin reolojik karakterizasyonu. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Maskan, M. 2001. Kinetics of colour change of kiwifruit during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48, 169-175.
- Meydani, E. 2008. Samsunda üretilen sade tahin helvalarının özellikleri. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 74, Samsun.
- Minifie, B.W., 1989. Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology, 1.baskı. Chapman&Hall, London, ss. 15, 111,112, 345-349, 665-671.
- Moss A. and Otten L. 1989 Setting a Protocol for Hazelnut Roasting using Sensory and Colorimetric Analysis: Influence of the Roasting Temperature on the Quality of Tonda Gentile delle Langhe Cv. Hazelnut
- Muego-Gnanasekharan, K.F. ve Resurreccion, A.V.A., 1992. Physicochemical and sensory characteristics of peanut paste stored at different temperatures. *Journal of Food Science*, 57(6), 1385-1389.
- Nas, S., H.Y. Gökalp, M. Ünsal. 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 312 Erzurum.
- Nadeem, H. Ş., Torun, M. and Özdemir, F.2011. Spray drying of the mountain tea (*Sideritis stricta*) water extract by using different hydrocolloid carriers. *LWT-Food Science and Technology*, 44(7): 1626-1635.
- Onsaard, E., Pomsamud, P. ve Audtum, P. 2010. “Functional properties of sesame protein concentrates from sesame meal”, *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3(04): 420-431.
- Özcan, M. (1993). Susam, susam yağı ve tahinde fiziksel-kimyasal analizler ve yağ asitleri bileşimlerinin belirlenmesi. *MS.c Thesis, Selçuk University*
- Özçelik, B. ve Evranuz, Ö., 1998. Yağlı tohumlarda lipid oksidasyonu: Etkili faktörler ve ölçüm yöntemleri. *Gıda Dergisi (GTD)*, 23(3), 221-227.
- Özcan M., and Akgül, A. (1994). Physical and chemical properties and fatty acid composition of tahin (sesame paste). *Gıda*, 19, 411-416. (in Turkish).
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. 2001. Antioxidants in Food. Practical Applications. Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge, England.
- Radha, C., Kumar, P.R. ve Prakash, V., 2008. “Preparation and characterization of a protein hydrolysate from an oilseed flour mixture”, *Food Chemistry*, 106(3): 1166-1174.
- Rossell, J.B., 1989. Measurement of rancidity. Rancidity in Foods, Ed. J.C. Allen ve R.J. Hamilton, Elsevier Applied Science, ss.23-52.
- Saklar, S., Katnas, S., and Urgan, S. 2001. Determination of optimum hazelnut roasting conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 271–281.
- Sawaya, W.N, Ayaz M., Khalil K.J., and Shalhat A.F. 1985. Chemical composition and nutritional of Tehineh (Sesame Butter). *Food Chemistry*, 18, 35-45.

- Shahidi, U.N. Wanasundara, “ Methods for Measuring Oxidative Rancidity in Fats and Oils” in C.C. Akoh, and D.B. Min (Ed.) *Food Lipids, Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*, Marcel Dekker, Inc. NewYork, Basel, 2002,p.465-576.
- Sreedevi, S., ve Sivasankar, B., 2009. “Emulsifying properties of sesame seed protein hydrolyzates”, *Asian Journal of Chemistry*, 21(2): 1131-1136.
- Şengül Y. 2014. Farklı dondurma ve çözündürme metotlarının nar tanelerinin fiziksel ve antioksidan özellikleri üzerine etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M. 1997. Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends Food Sci Tech*, 8; 41-48.
- Uğurluay, S., 2002. Susam (*Sesamum Indicum L.*) bitkisinin hasat mekanizasyonu olanaklarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 166
- Vioque, J., Sanchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroche, J. ve Millan, F., (2000). “Partially hydrolyzed rapeseed protein isolates with improved functional properties”, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(4): 447-450.
- Yazıcıoğlu T. 1953. Tahin Helvasının Yapılışı ve Terkibi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı 1-2: 109-116.
- Yıldız, M. Ve Gürçan, T., 1996. Hızlandırılmış yöntem uygulayarak bitkisel yağların oksidasyona dayanıklılığının saptanması. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 1, 48-51.
- Yurdagel, Ü. Ve Baysal, T. 1996. Helva Yapımında Çöven Kökü Meyan Kökü Kullanımı. *J.Gıda Teknolojisi*, 2:35-37.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ercan YETKİN
Doğum Yeri : Merzifon/AMASYA
Doğum Tarihi : 13.05.1990

Eğitim Durumu

Lise : Merzifon Anadolu Lisesi (2008)

Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği
(2015)

:Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Yönetimi (2018- Halen)

Yüksek Lisans :Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda
Mühendisliği Ana Bilim Dalı (Eylül 2016- Temmuz 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

T.C. Merzifon Belediyesi (Mayıs 2016- Halen)