

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAKAOLU FINDIK KREMASININ FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİN ARTTIRMAK AMACIYLA ENDÜSTRİYEL
EKMEK MAYASININ (*Saccharomyces cerevisiae*) KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gamze Gül Yiğit

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Omca DEMİRKOL

Temmuz 2017

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAKAOLU FINDIK KREMASININ FONKSİYONEL
ÖZELLİKLERİN ARTTIRMAK AMACIYLA ENDÜSTRİYEL
EKMEK MAYASININ (*Saccharomyces cerevisiae*) KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gamze Gül YİĞİT

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 07.07.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr.
Omca DEMİRKOL
Jüri Başkanı

Doç. Dr.
Muhammet ARICI
Üye

Yrd. Doç. Dr.
Serpil ÖZTÜRK
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Gamze Gül YİĞİT

07.07.2017

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans eğitimim süresince değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Omca DEMİRKOL'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar olanakları konusunda anlayış ve yardımlarını esirgemeyen Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Zehra AYHAN'a ve bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın hocam Arş. Gör. İnci CERİT'e teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince bana destek olan ve hayatım boyunca yardımlarını esirgemeyen, her zaman yanımda olan Annem Sevim YİĞİT, Babam İsmail YİĞİT ve Kardeşim Ahmet YİĞİT'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca manevi destekleriyle beni hiç yalnız bırakmayan arkadaşlarım Buse PEKGÖZ ve Elif YÜKSEL'e teşekkür ederim.

Son olarak bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2015-50-01-054) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1. Fonksiyonel Gıda	5
2.2. Kakaolu Fındık Kreması	7
2.2.1. Kakaolu fındık kremasının bileşenleri	7
2.2.1.1. Kakao tozu	7
2.2.1.2. Fındık	8
2.2.1.3. Fındık yağı	10
2.2.1.4. Palm yağı	11
2.2.1.5. Şeker	13
2.2.1.6. Yağsız süt tozu	13
2.2.1.7. Lesitin	14
2.3. Glutasyon (GSH)	15
2.4. Ekmek Mayası (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	17
2.5. Mikroenkapsülasyon	19

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE METOT	21
3.1. Endüstriyel Ekmek Mayasının İnaktivasyonu	21
3.2. Kakaolu Fındık Kreması Üretimi	21
3.3. Laboratuvar Analizleri	23
3.3.1. Kullanılan araç ve gereçler	23
3.3.2. Kullanılan kimyasal çözeltiler	23
3.3.3. Mikrobiyolojik analizler	25
3.3.3.1. Mikrobiyolojik analizler için örneklerin hazırlanması.	25
3.3.3.2. Maya-küf sayımı	26
3.3.4. Kimyasal analizler	26
3.3.4.1. Antioksidan aktivite analizleri için örnek ekstraktların kullanımı	26
3.3.4.2. DPPH radikali giderme aktivitesi tayini.....	26
3.3.4.3. Toplam fenolik madde tayini	27
3.3.4.4. Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) tayini	28
3.3.4.5. Cu ²⁺ iyonu indirgeyici toplam antioksidan kapasite tayini (CUPRAC)	28
3.3.4.6. Tiyol analizi	29
3.3.4.7. Tiyobarbiturik asit (TBA) analizi	30
3.3.4.8. L*, a* ve b* değerlerinin belirlenmesi	31
3.3.4.9. Su aktivitesinin (a _w) belirlenmesi	31
3.3.4.10. Duyusal analiz	32
3.3.4.11. İstatistiksel analizler	32

BÖLÜM 4.

SONUÇLAR	33
4.1. Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	33
4.2. Örneklerin DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi	33
4.3. Örneklerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri	34

4.4. Örneklerin Demir İyon İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Kapasitesi	36
4.5. Örneklerin Cu^{2+} İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC)	37
4.6. Örneklerin TiyoI İçerikleri	39
4.7. Örneklerin TBA Sayıları	41
4.8. Su Aktivitesi (a_w)	42
4.9. Renk Analizi	43
4.10. Duyusal Analiz	46
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA	54
KAYNAKLAR	62
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ	77

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CUPRAC	: Cu ⁺² iyonunu indirgeyici antioksidan kapasite
DPPH	: 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil
FRAP	: Ferric Reducing Antioxidant Power
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GSH	: Glutasyon
GSSG	: Okside glutasyon
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
NPM	: N-(1pirenil)-maleimid
PCPR	: Poligliserol polirisinolat
TBA	: Tiyobarbiturik asit

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. GSH sentezi ve antioksidan mekanizması	15
Şekil 3.1. Kakaolu findık kreması üretim aşamaları	22
Şekil 3.2. Serbest sülfidril grubu içeren örneklerin NPM ile reaksiyonu	30
Şekil 4.1. Maya ilave edilen ve maya ilave edilmeyen kontrol örneklerinin DPPH radikali giderme aktivitesi	34
Şekil 4.2. Gallik asit standart eğrisi	34
Şekil 4.3. Maya ilave edilen ve edilmeyen kontrol örneklerinin toplam fenolik madde miktarı	35
Şekil 4.4. FeSO ₄ standart eğrisi	36
Şekil 4.5. Maya ilave edilen ve edilmeyen kontrol örneklerinin FRAP miktarı	37
Şekil 4.6. Troloks standart eğrisi	38
Şekil 4.7. Maya ilave edilen ve edilmeyen kontrol örneklerinin CUPRAC miktarı	39
Şekil 4.8. GSH standart eğrisi	39
Şekil 4.9. GSH standart karışımının HPLC' den alınan kromatogramı	40
Şekil 4.10. Örneklerin GSH içeriği (nM/g)	41
Şekil 4.11. Örneklerin TBA sayılar	42
Şekil 4.12. Örneklerin su Aktivitesi (a _w) Değerleri	43
Şekil 4.13. Örneklerin L*değerleri	44
Şekil 4.14. Örneklerin a* değerleri	45
Şekil 4.15. Örneklerin b* değerleri	46
Şekil 4.16. Örneklerin renginin duyuşal analize göre depolama süresince değişimi	47
Şekil 4.17. Örneklerin görünüşünün duyuşal analize göre depolama süresince değişimi	48

Şekil 4.18. Örneklerin sürülebilirliğinin duyusal analize göre depolama süresince değişimi	49
Şekil 4.19. Örneklerin lezzetinin duyusal analize göre depolama süresince değişimi	50
Şekil 4.20. Örneklerin kokusunun duyusal analize göre depolama süresince değişimi	51
Şekil 4.21. Örneklerin ağızda hissedilen yapışkanlığın duyusal analize göre depolama süresince değişimi	52
Şekil 4.22. Örneklerin ağızda hissedilen dokunun duyusal analize göre depolama süresince değişimi	53

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Fındığın kimyasal birleşimi	10
Tablo 2.2.	Palm yağı ve palm çekirdek yağının bileşenleri	12
Tablo 4.1.	Örneklerin DPPH radikalini giderme aktivitesi (%)	33
Tablo 4.2.	Örneklerin toplam fenolik madde içeriği	35
Tablo 4.3.	Örneklerin FRAP değerleri	36
Tablo 4.4.	Örneklerin CUPRAC değerleri	38
Tablo 4.5.	Örneklerin GSH içeriği	40
Tablo 4.6.	Örneklerin TBA sayıları	41
Tablo 4.7.	Örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri	42
Tablo 4.8.	Örneklerin L^* değerleri	43
Tablo 4.9.	Örneklerin a^* değerleri	44
Tablo 4.10.	Örneklerin b^* değerleri	45
Tablo 4.11.	Örneklerin renginin duysal analize göre depolama süresince değişimi	47
Tablo 4.12.	Örneklerin görünüşünün duysal analize göre depolama süresince değişimi	48
Tablo 4.13.	Örneklerin sürülebilirliğinin duysal analize göre depolama süresince değişimi	49
Tablo 4.14.	Örneklerin lezzetinin duysal analize göre depolama süresince değişimi	50
Tablo 4.15.	Örneklerin kokusunun duysal analize göre depolama süresince değişimi	51
Tablo 4.16.	Örneklerin ağızda hissedilen yapışkanlığın duysal analize göre depolama süresince değişimi	51

Tablo 4.17. Örneklerin ağızda hissedilen dokunun duyusal analize göre depolama süresince değişimi	52
Tablo 5.1. Mayalı örneklerin antioksidan içerikleri arasındaki korelasyon	59

ÖZET

Anahtar kelimeler: İnaktif maya, kakaolu fındık kreması, glutasyon, antioksidan

Bu çalışmada, laboratuvar ortamında üretilmiş kakaolu fındık kremasının fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla inaktif edilmiş endüstriyel ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) kullanılmıştır. Bu kapsamda maya hücrelerinin 140 °C'de 30 dk tutularak inaktivasyonu gerçekleştirilmiş ve GSH'in maya hücre duvarı yardımıyla kapsüllenmesi sağlanmıştır. Kullanılacak maya miktarını belirlemek için yapılan ön deneme sonuçlarına göre 5 g/100 g oranında inaktif maya, üretilen kakaolu fındık kremalarına eklenmiştir. Mayalı ve mayasız (kontrol) kakaolu fındık kremaları oda sıcaklığında 0, 30, 60, 90, 120 ve 150 gün depolanarak kimyasal ve duyusal analizleri yapılmıştır. Antioksidan özelliklerini incelemek için DPPH radikalini giderme aktivitesi, toplam fenolik madde içeriği, FRAP yöntemi, CUPRAC analizi ve TBA sayısı spektrofotometrik olarak, tiyol analizi ise HPLC cihazıyla saptanmıştır. Örneklerin su aktivite (a_w) değerleri ve renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde ise maya-küf sayısına bakılmıştır.

Yüz elli günlük depolama süresi sonunda mayalı ve mayasız örneklerin her iki grubunda da DPPH giderme aktivitesi, FRAP ve CUPRAC değerleri artarken toplam fenolik içeriklerinde istatistiki olarak anlamlı azalmalar saptanmıştır. Buna ek olarak TBA sayılarında depolama boyunca istatistiki olarak önemli artmalar gözlenmiştir. L^* , a^* ve b^* değerlerinde ise fark önemsiz kabul edilmiştir ($P>0,05$). Mayalı ve mayasız örnekler karşılaştırıldığında, mayalı grubun DPPH giderme aktivitesinin, toplam fenolik madde içeriğinin, FRAP ve CUPRAC değerlerinin mayasız örneklere göre depolama süresince daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mayalı örneklerin, mayasız örneklere göre depolama sonunda TBA değerleri ve su aktivitesi değerleri daha düşük, L^* değerinin daha yüksek, a^* değerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca depolama boyunca mayalı örneklerin GSH miktarında anlamlı azalmalar meydana gelmiştir. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda depolanan hiçbir örnekte maya-küf varlığına rastlanmamıştır. Duyusal analizlerde ise örneklerin görüntüsünde, lezzetinde ve kokusunda anlamlı farklılıklar olmazken mayalı örneklerin ağızda hissedilen yapışkanlık ve dokunun mayasız örneklere kıyasla daha az kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Sonuç olarak, bu çalışma endüstriyel ekmek mayasının ısı işlem etkisiyle kapsül haline getirilebileceğini ve depolama süresince kakaolu fındık kremasının duyusal özelliklerinde önemli değişiklikler oluşturmadan oksidatif stabilitesini sağlamada yardımcı olacağını göstermiştir.

USAGE OF INDUSTRIAL BAKER'S YEAST (*Saccharomyces cerevisiae*) TO INCREASE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF COCOA HAZELNUT CREAM

SUMMARY

Keywords: Inactivated yeast, cocoa hazelnut cream, glutathione, antioxidant

In this study, the inactive industrial baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) was used in order to increase the functional properties of the cocoa hazelnut cream produced in the laboratory environment. For this purpose, yeast cells were inactivated at 140 ° C for 30 min and GSH was encapsulated with yeast cell wall. 5 g / 100 g of inactive yeast determined by preliminary test were added to the produced cocoa hazelnut creams. Chemical and sensory analyzes were carried out at 0, 30, 60, 90, 120 and 150 days storage at room temperature for with yeast and without yeast (control) cocoa hazelnut cream. To investigate antioxidant properties of samples, DPPH scavenging activity, total phenolic contents, FRAP, CUPRAC analyses and TBA analyses were applied spectrophotometrically. Thiol contents were determined by HPLC. Water activity (a_w) and color values (L^* , a^* and b^*) of the samples were also identified. Yeast-mold numbers were detected with microbiological analyses.

At the end of 150 days storage time, DPPH scavenging activity, FRAP and CUPRAC values increased however a decrease in total phenolic contents was detected in both groups. In addition, statistically significant increases have been observed during storage in TBA numbers. For L^* , a^* and b^* values, the difference was considered to be insignificant ($P>0,05$). When the stored with yeast and without yeast samples were compared, it was found that DPPH scavenging activity, the total phenolic content, the FRAP and the CUPRAC values of the with yeast group were higher in each parameter than the without yeast samples, and the difference between the with yeast and the without yeast sample was found to be significant. The with yeast samples were found to have lower TBA values and water activity values, higher L^* values, lower a^* than the without yeast samples. It was also found that during storage the yeast samples showed a significant decrease in the amount of GSH ($P<0,05$). As a result of microbiological analyses, yeast-mold was not found any of the samples. In sensory analysis, it was determined that the with yeast samples were less likely to be melt and tissue in the mouth than the without yeast samples.

In conclusion, this study has shown that industrial baker's yeast can be encapsulated by heat treatment and help to maintain its oxidative stability without causing significant changes in the sensory properties of cocoa hazelnut cream during storage.

BÖLÜM 1.GİRİŞ

Gıdaların besleyici, duyuşal ve fizyolojik olmak üzere başlıca üç fonksiyonu mevcuttur. Bu fonksiyonlardan birçok gıdada besleyici ve duyuşal fonksiyonlar mevcut iken, sadece bazı gıdaların fizyolojik fonksiyonları bulunmaktadır. Fakat son zamanlarda gerçekleştirilen çeşitli teknolojik uygulamalar sayesinde gıdaların biyoyararlılığı geliştirilebilmektedir (Ekşi, 2005). Fonksiyonel gıdalar, Türk Gıda Kodeksinde de tanımlandığı üzere, besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağılı olarak sağığı koruyucu, düzeltici ve/veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip olup, bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıdalardır (Anonim, 2004a). Diğer bir değışle fonksiyonel gıdalar, üretim aşamasında besin bileşenleri değıştirilerek, üretiminin gerçekleştirilmesinin ardından yapısında bulunan zararlı etkiler barındıran bileşenler uzaklaştırılarak veya düzeyi sınırlandırılarak elde edilebilmektedir (Nebesny ve ark. 2004; Özçelik ve Şanes, 2006; Melo ve ark., 2010). Ayrıca, ürün içerisinde sağık üzerine olumlu etkilere sahip bileşenler doğıal olarak mevcutsa miktarı artırılarak veya bulunmuyorsa ilave edilerek üretilebilmektedir (Jiménez-Colmenero ve ark., 2001; Cervellati ve ark., 2008; Botelho ve ark., 2013).

Kakao içeren ürünler, sağık için oldukça yararlıdır çünkü kakaonun yapısında bulunan doğıal antioksidanlar kalp ve damar hastalıkları, kan basıncı, plazma LDL ve HDL kolestrolü, diyabet, trombosit fonksiyonelliğı, göğüs kanseri gibi hastalıkları ve oksidatif stres etkilerini azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum kakao içerisindeki biyoaktif fenolik bileşiklerin araştırmalara konu olmasına teşvik etmiştir. Ancak ikinci dünya savaşı sonrasında kakao temin etmek oldukça zorlaşmıştır. İlk olarak İtalya'da ortaya çıkan kakaolu fındık kreması, kakao adına yaşanan bu sıkıntıya çözüm olarak geliştirilmiştir. Daha sonra dünyanın birçok yerinde hızla yayılan kakaolu fındık kreması, tüketimi sürekli artan bir kakao ürünü haline

gelmiştir (Haylock ve Dodds, 1999; Rein ve ark., 2000; Shrikhande, 2000; Kristherton ve Keen, 2002; Pearson ve ark., 2002; Heiss ve ark., 2003; Ramljak ve ark., 2005; Vinson ve ark., 1999; Makoto ve ark., 2007; Anonim, 2015).

Gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında yaşanan bozulmaların başlıca nedenlerinden biri oksidasyondur. Gıdalardaki kimyasal bozulmalardan biri olarak kabul edilen oksidasyon, hem beslenme fizyolojisi açısından hem de teknolojik ve ekonomik açıdan önemlidir. Özellikle yağlar ya da yağ içeren gıda maddeleri uygun olmayan sıcaklık, ışık, nem koşullarında, oksijen, demir, bakır, v.b. metallerin varlığında depolandığında, doymamış yağ moleküllerinin oksidasyonu ile birlikte oluşan eşlenmemiş elektrona sahip serbest radikaller (serbest yağ asitleri, ketonlar ve aldehitler) oluşmaktadır. Bu durum gıdanın tadında, kokusunda, renginde, yapısında bozulmalara sebep olmaktadır. Meydana gelen oksidasyon, fiziksel ve teknolojik yöntemlerle engellenemediği durumlarda, gıda maddelerinin raf ömürlerini arttırmak amacıyla uygulanan en önemli metot antioksidan ilavesidir. Gıdaya eklenen doğal ya da sentetik antioksidan maddeler, oksidasyon reaksiyonlarıyla meydana gelen serbest radikaller tarafından yükseltgenerek, oksidasyon başlangıç (indüksiyon) süresinin uzamasına neden olurlar (Allen ve Hamilton, 1983; Anonim, 1986b; Nielsen, 1998; Shahidi ve Wanasundara, 1992; Altuğ, 2001). Sentetik antioksidanların, kanserojenik etkileri dikkat çektiği için gıdalardaki kullanımı son yıllarda tartışılır bir hal almıştır. Bu nedenle tüketicinin sentetik antioksidan katkılı gıdalara ilgisi azalmıştır. Bunun sonucunda, sentetik antioksidanlara alternatif olarak yeni doğal antioksidanların kullanımına artan bir ilgi vardır (Karpinska ve ark., 2001; Juntachote ve ark., 2007).

Önemli bir indirgeyici ajan ve antioksidan olan glutatyon (GSH), hücrenin oksidoreduksiyon dengesini sürdürüp, endojen ve ekzojen kaynaklı oksidanların hücrelere vereceği zararlı etkileri önlemektedir (Compoti, 1987; Mitchel ve Russol, 1987). Bir tripeptit olan GSH, hayvanlarda, bitkilerde ve mikroorganizmalarda milimolar konsantrasyonlarda bulunur. GSH hidroksil radikali (OH^{*}), hidrojen peroksit (H₂O₂) ve süperoksit anyonu (O₂^{*}) gibi radikallerin detoksifikasyonunda önemli rol alır. Hücrede indirgenmiş formda bulunsa da, antioksidan reaksiyonlarda okside olur (GSSG). Ayrıca proteinlerdeki SH gruplarının korunması ve bazı reaksiyonlarda

koenzim olarak görev almasının yanı sıra amino asitlerin transferinde, protein ve DNA sentezinde de önemli bir rol oynamaktadır (Ziegler, 1985; Włodek, 2002; Demirkol ve Ercal, 2011).

Doğal bir antioksidan olan GSH'in gıdalardaki oksidasyonunu önlemek için kullanımı fiyatının yüksekliğinden dolayı yaygınlaşamamıştır. GSH'in biyoteknolojik yolla üretimi söz konusudur ve bu anlamda *S. cerevisiae* daha fazla ön plana çıkmaktadır. Buna rağmen GSH üretimi yüksek maliyetlere sahiptir ve daha çok farmakolojide veya gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır. Ancak gıda sektöründe düşük maliyetli sentetik antioksidanlar ile yarışmamaktadır (Alfara ve ark., 1992; Udeh ve Achremowicz, 1997; Stone, 1998; Wen ve ark., 2004; Zhang ve ark., 2007).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, maya hücresinin çeşitli yöntemler ile inaktivasyonu gerçekleştirilerek hücrenin kapsül hale getirilebileceğini göstermiştir. Enkapsülasyon birçok sektörde olduğu gibi gıda sektöründe de aroma, vitamin, mineral gibi maddelerin çeşitli materyaller ile kapsüllenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde kapsüllenen madde koruma altına alınmakta ve zamanla kontrollü bir şekilde difüze olmaktadır. *S. cerevisiae* mayasının kapsül hale getirildiği çalışmalarda hedef hücre duvarında meydana gelecek değişiklikler ile hücrenin kapsüllenmesidir. Böylelikle inaktif edilmiş maya hücresi herhangi bir kapsülleme materyali kullanılmadan kapsül hale getirilmiş olmaktadır. *S. cerevisiae* mayasının hücre duvarı kapsüllenen maddenin kontrollü difüzyonu için oldukça uygun bir materyaldir (Kunz ve ark., 2003; Normand ve ark., 2005; Gharsallaoui ve ark., 2007; Koç ve ark., 2010).

Lezzet ve besin değerinin yanında sağlığa faydaları nedeniyle değerli bir ürün olan kakaolu fındık kremasının kristalizasyonunun ve reolojik özelliklerinin iyileştirilmesi, raf ömrünün uzatılması ve antioksidan aktivitesinin artırılması ekonomik açıdan da önem taşımaktadır. Bu çalışmada, laboratuvar ortamında üretilmiş kakaolu fındık kremasının fonksiyonel özelliklerini ve depolama boyunca stabilitesini sağlamak amacıyla inaktif maya hücresi kullanılmıştır. Bu kapsamda

maya hücrelerinin belirlenen uygun sıcaklık ve süre eşliğinde inaktivasyonu gerçekleştirilerek GSH'in maya hücre duvarı yardımıyla kapsüllenmesi sağlanmıştır. Duyusal uygunluğu bozmayan en yüksek katkı dozu olarak belirlenen inaktif ekmek mayası, üretilen kakaolu fındık kremalarına eklenmiş ve eklenen maya hücrelerinin kremanın reolojik özelliklerine, raf ömrüne ve antioksidan aktivitesine etkisi incelenmiştir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Fonksiyonel Gıda

Günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından fonksiyonel gıdaların tanımı yapılmıştır. Bazı araştırmacılar, fonksiyonel gıdalar terimi yerine sağlıklı gıdalar, nutrasötikler, tıbbi gıdalar, düzenleyici gıdalar, özel besleme amaçlı gıdalar ve farmakolojik gıdalar gibi ifadeleri de kullanmaktadır (Love ve ark., 2000; Paas ve Pierce, 2002; Arvanitoyannis ve Houwelingen-Koukaiaroglou, 2005). Marriott (2000), fonksiyonel gıdaları, geleneksel besin madde içeriğini barındırmanın yanında sağlığı olumlu yönde etkileyebilen gıda ve gıda bileşenleri olarak ifade etmektedir. Uluslararası Gıda Bilgi Konseyi (IFIC-The International Food Information Council) fonksiyonel gıdaları, temel beslenmenin ötesinde sağlığa ilişkin yararlar sağlayabilen gıdalar olarak tanımlamaktadır. Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü'ne (ILSI-International Life Science Institute) göre ise fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin yanı sıra biyolojik aktif gıda bileşenleriyle sağlık için olumlu etkiler sağlayan gıdalardır (Anonim, 2004b).

“Fonksiyonel gıdalar” terimi 1984'te görülmekle birlikte sağlıklı gıda katkıları kavramı 1970'lerde Japonya'dan gelmektedir. Nitekim gıdanın bu değişen yüzü, gıda biliminin yeni bir alanının gelişmesine neden olmuştur (Hasler, 2000). Özel Sağlık Kullanımına Yönelik Gıdaların (Foods for Specified Health Use-FOSHU), 1991 yılında onayladığı verilere göre, günümüzde Japonya'da fonksiyonel gıda lisansı almış 300'den fazla ürün bulunmaktadır (Açıkgöz ve Önenç, 2006). Bugün fonksiyonel gıdalar yüksek bir ilgiyle karşılanmakta ve dünya gıda endüstrisinde hızla büyüyen iş alanlarından biri olarak gösterilmektedir (Mazza, 1998; Reilly, 1998).

Son yıllarda, günlük diyet içerisinde yaygın olarak tüketilen bu fonksiyonel gıdaların ortaya çıkış sebepleri;

- Bilim ve teknolojideki gelişmeler,
- Hastalık tedavi masraflarının artması,
- Yaşlanan toplum,
- Tüketicinin, beslenme ve sağlık arasındaki ilişki konusunda bilinçlenmesi,
- Gıda pazarlama sistemlerinde meydana gelen değişikliklerdir (Kiriş ve Velioğlu, 2001; Korhonen, 2002; Roberfroid, 2002; Anonim, 2004b).

Bir ürünün FOSHU lisansına sahip olabilmesi için aşağıda belirtilen kriterlere uyması gerekmektedir;

- Ürün, beslenme kalitesinin iyileştirilmesine, sağlığın korunmasına ve devamına destekleyici nitelikte olmalıdır
- Ürün ve ilgili bileşenlerin, sağlık üzerindeki yararlı etkisi tıbbi ve/ veya beslenme bilimi açısından sağlam temellere dayandırılmalıdır
- Ürün veya ilgili bileşenlerin günlük tüketim miktarları, tıp ve beslenme bilgilerine dayandırılarak tespit edilmelidir
- Ürün ve ilgili bileşenlerin, bilimsel veriler ve deneyimler doğrultusunda güvenle tüketilebileceği ispatlanmış olmalıdır
- Söz konusu bileşenin, fiziko-kimyasal özellikleri ile kalitatif ve kantitatif analitik belirleme yöntemleri iyi tanımlanmalıdır
- Ürünün bileşimi, benzer tipteki gıdaların normal koşullarda barındırdığı besin madde bileşenleri bakımından farklılık göstermemelidir
- Ürün, günlük diyetlerde kullanılan bir gıda olmalıdır
- Ürün tüketildiği doğal gıda formunda olmalıdır
- Ürün ya da ilgili bileşenler, etken madde ve ya tıbbi ilaç olarak kullanılmış olmamalıdır (Kwak ve Jukes, 2001).

Biyolojik aktif bileşenler, gıdalara fonksiyonel özellikler kazandırmaktadır ve bu bileşenler bitkisel kaynaklı ise fitokimyasallar (Efraim ve ark., 2011; Botelho ve ark., 2013), hayvansal kaynaklı ise zookimyasallar adını alır (Paas ve Pierce, 2002).

2.2. Kakaolu Fındık Kreması

Kakaolu fındık kreması, ikinci Dünya Savaşı'nın ardından kakao tedarik etmede yaşanan sıkıntılara bir çözüm bulmak amacıyla geliştirilmiştir. İtalya'nın Piedmont şehrinde yaşayan bir pasta şefi olan Pietro Ferrero, ustalıklı fındık, şeker ve bir miktar da, o zamanlar nadir olarak bulunan, kakaodan oluşan tatlı bir ezme üretmeyi başarmıştır. Pietro Ferrero'nun oğlu Michele ise deneme - yanılma yöntemiyle Pietro Ferrero'nun tarifini geliştirmiş ve bir kavanoza konulabilen dünyanın ilk fındık ve kakaolu kremasını üretmiştir. Sonrasında Avrupa'da ve dünyanın birçok ülkesine yayılan kakaolu fındık kreması ve tüketimi gittikçe artan bir lezzet halini almıştır (Anonim, 2015).

2.2.1. Kakaolu fındık kremasının bileşenleri

2.2.1.1. Kakao tozu

Kakao terimi, kakao ağacını ve bu ağacın meyvelerini ifade etmekte kullanılan, aynı zamanda kurutulmuş, fermente edilmiş taneleri ve bu tanelerden üretilen tozu da tanımlamaktadır. Afrika ve Güney Amerika'da yetişen botanik olarak *Theobroma cacao* (Sterculiaceae familyası) olarak bilinen kakao ağaçlarının boyları 4-15 m'yi bulmaktadır. Olgunlaşan kakao meyvesinin boyu ise 35 cm'yi bulur. Yüzeyi dilimli olan kakao meyvesinin renkleri sarıdan mora doğru değişmektedir ve içinde yaklaşık 2,5 cm boyunda ve 1,0-1,3 g ağırlığında olan 20-40 adet kakao çekirdeğine sahiptir. Kakao ağaçlarının özellikle Forestero ve Criollo isimli iki türü ticari olarak daha çok tercih edilmektedir. Kakao ağacının gelişimi için sıcak ve nemli iklimler gereklidir. Optimum yetişme sıcaklığı 18-32°C iken en düşük yetişme sıcaklığı 10°C'dir. Ayrıca yıllık yağış miktarının 1.500 ve 2000 mm arasında olan yerlerde Hancock yetişebilmesinden dolayı sadece sınırlı alanlarda gelişim gösterebilir (Minifie, 1989; Hancock ve Fowler, 1994; Fowler, 1999).

Kakao çekirdeklerine hasat sonrasında, fermentasyon, kurutma, temizleme, kavurma, kırma, kabuk ayırma ve öğütme işlemleri uygulanır. Fermentasyon işlemi sırasında,

kakao çekirdekleri genellikle muz yaprakları üzerine yığılıp tekrar muz kabuklarıyla örtülürler. Bu şekilde elde edilen yığın 48 saatte bir döndürülerek havalandırılır. Sıcaklığın 40-45°C'ye çıkmasıyla birlikte kabuk yapısı yumuşamakta ve son pH değeri yaklaşık 5,5 olmaktadır ve bu süreç 5-7 gün sürmektedir (Cooper ve ark. 2007; Beckett, 2011). Kurutma işleminin güneşte yapılmasıyla küf gelişimi önlenmektedir. Kurutulan kakao çekirdekleri işlenmek üzere fabrikalara gitmekte, yabancı maddeler burada elek ve metal dedektörü ile temizlenmektedir. Kavurma işlemi ise 95-145 °C sıcaklık aralığında yapılmaktadır ve bu sayede aroma gelişimi, pastörizasyon ve kabuğun yumuşayarak daha kolay ayrılması sağlanmaktadır. Ardından kabuklar kırılarak, %1,75 kabuk içeren kakao nibi elde edilir. Elde edilen kakao nibi öğütüldüğü sırada uygulanan işlemler ile birlikte sıcaklığı 40 °C ve üzerine çıkmaktadır. Bu sıcaklıkta kakao nibindeki kakao yağı erir ve ayrılmaya başlar. Ardından meydana gelen kakao kitlesi 105°C sıcaklığa getirilerek tekrar preslenir ve kakao yağının ayrılmasıyla birlikte geriye kakao tozu elde edilmektedir. Kakao tozunun nemi %5'i geçmemesi ve depolama sıcaklığının 22 °C, bağıl neminin %65'in üzerinde olmaması gerekmektedir. Kakao tozu için bu koşullar sağlandığı takdirde raf ömrü 1 yıldır (Gu ve ark. 2006; Cervellati ve ark. 2008; Beckett, 2011).

Kakao çekirdeğinin bileşimi incelendiğinde, tanenin büyük bölümünün yağdan oluştuğu görülmektedir. Genel olarak kakao tanesi %54 yağ, %12 protein, %5 nem, %1.46 kül, %1.09 teobromin ve %0.44 kafein içermektedir (Pritchard, 1991). Kakao çekirdeği uygun şekillerde yetiştirilip olgunlaştıktan sonra uygun şekilde fermente edilirse bileşiminde varyasyon görülmesi az olmaktadır. Fakat henüz olgunlaşmamış ve iyi fermente edilmemiş kakao çekirdekleri yüksek miktarda kabuk yağı ve düşük miktarda kakao yağı içerebilmektedir (Minifie, 1989).

2.2.1.2. Fındık

Fındık (*Corylus avellana L.*), kendine özgü bir iklime ihtiyaç duyan sert kabuklu bir meyvedir. Kış aylarında çiçeklenen ve döllenerek tek bitki türüdür. Fındık ağaçlarının boyu 4-6 metreye kadar ulaşabilmektedir. Yeryüzünde 36. ve 41. enlemler arasında yetişmektedir. Kıtılardan en çok 30 km içerlerde, deniz seviyesinden 750-1800

metre yükseklikteki yerlerde yetişebilmektedir. Dünyada çok geniş bir üretim alanına sahip olmasına karşın ekonomik olarak yetiştiriciliğinin yapıldığı ülke sayısı oldukça azdır. Fındığın anavatanı Anadolu'dur ve yetiştiriciliği ülkemizde yaklaşık olarak 2500 yıldan bu yana yapılmaktadır. Türkiye, son yıllarda dünya fındık üretiminin yaklaşık olarak %75'ini tek başına üretmekte ve dünyanın en önemli fındık üreticisi olarak kabul edilmektedir. Dünya fındık üretiminde ülkemizi İtalya, İspanya, ABD, İran ve Çin Halk Cumhuriyeti izlemekte olup Fransa, Yunanistan ve Rusya Federasyonu'nda da az miktarlarda fındık üretimi gerçekleşmektedir (Özdemir ve ark., 1998; Parcerisa ve ark., 1998; Şimşek ve Aslantaş, 1999; Seyhan, 2002; Özdemir, 2003).

Fındık, özel yağ bileşimi (özellikle oleik asit), protein, karbonhidrat, diyet lifi, vitamin, mineral, fitosterol ve fenolik madde içeriğinden dolayı yüksek ekonomik değerlere sahiptir. İnsan beslenmesi ve sağlığı için de olumlu etkiler göstermektedir (Açkurt ve ark., 1999; Alaşalvar ve ark., 2003b). Ticari Türk fındıklarının farklı türleri ile yapılan bir araştırmada, türlerin kimyasal özelliklerinde istatistiksel açıdan bazı farklılıklar tespit edilmiştir ve fındığın protein, selüloz, yağ ve mineral içeriğinin iklim, çeşit, hasat yılı ve işleme tekniğine bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir (Özdemir ve Akıncı, 2004). Fındıkta yer alan yenilebilir iç kısım meyvenin yaklaşık olarak %50'sini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, iç fındığın kimyasal bileşimi incelendiğinde türüne göre farklılıklar görülmesine karşın en önemli bileşenin yağ olduğu rapor edilmektedir (Şimşek ve Aslantaş, 1999). Tablo 2.1'de, TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Araştırma Bölümünde fındık için yürütülen kapsamlı çalışmalar sonucunda fındığın genel kimyasal bileşimi verilmiştir (Anonim, 2013).

Tablo 2.1. Fındığın kimyasal bileşimi (Anonim, 2013).

Genel Kimyasal Bileşimi	(g/100g)
Nem	4,6
Yağ	62,7
Karbonhidrat	11,6
Protein	16,2
Selüloz	2,7
Kül	2,2
Enerji Değeri	639 kcal/ 100 g
Vitaminler	(mg/100g)
B1 Vitamini	0,33
B6 Vitamin	0,24
B2 Vitamini	0,12
E Vitamini	31,4
Niasin	1,75
Mineral Maddeler	(mg/100g)
Demir	5,8
Potasyum	655,3
Bakır	1,3
Kalsiyum	160,0
Sodyum	2,1
Manganez	5,1
Çinko	2,2
Magnezyum	16,2

2.2.1.3. Fındık yağı

Fındık ham yağı, oleik asit esaslı, fındık meyvesinden fiziksel işlemler ve ekstraksiyon ile elde edilen, kimyasal işleme maruz kalmamış bir bitkisel yağdır. Fındık %60-70 oranında yağ içermekte olup, yağ miktarı bölge, toprak, iklim ve çeşidine bağlı olarak 50-73 g/100g arasında değişmektedir. Diğer yağlı tohumlar ve sert kabuklu meyveler ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir yağ oranına sahiptir. Fındık yağı, çoklu ve tekli doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengin bir yağ olup, oleik asidin yüksek oranda bulunmasından dolayı kolesterolü düşürmeye yardımcı olarak kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etki göstermesine neden

olmaktadır (Özdemir ve ark., 1998; Parcerisa ve ark., 1998; Şimşek ve Aslantaş, 1999; Özilgen ve Özdemir, 2001; Akdere, 2003).

Fındık yağı vücut ısısının korunmasına ve yağda eriyen vitaminlerin taşınmasına yardımcı olmaktadır. Linoleik asit vücut tarafından üretilmeyen dışarıdan alınması gereken esansiyel bir yağ asididir. Başka bir deyişle vücudumuz bu maddeyi tükettiği gıdalar ile almaktadır. İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan organizmaların büyüme ve sağlıklı gelişmesi için ihtiyaç duyulan bu yağ asidi fındık yağında oldukça fazla bulunmaktadır. Fındık yağı, oleik asit (%83) ve linoleik asit (%12) gibi 2 önemli yağ asidini içeren ender besin maddelerindedir (Akdere, 2003; Esen, 2004).

Sahip olduğu esansiyel yağ asitlerinin yanında tokoferol ve sterol bileşiklerini de içermektedir. Ayrıca fitosteroller ve antioksidan fenolik birleşikler bakımından da oldukça zengindir. Fenolik bileşikler serbest radikalleri yakalamasından dolayı kanser, damar sertliği ve diyabete kadar birçok hastalıktan korunmaya yardımcı olmaktadır. Tokoferoller ise, alyuvarların parçalanmasını engelleyerek vücudu kansızlığa karşı korumasının yanında kansere neden olan etkileri önlemektedir. Ayrıca tokoferoller fındık yağının oksidasyona karşı direncini artırarak antioksidasyon özelliğini de göstermektedir (Alaşalvar ve ark., 2003a; 2003b).

2.2.1.4. Palm yağı

Palm yağı, yağ palmyesi ismiyle anılan *Elaeis guineensis* ağacının kırmızı meyvelerinden elde edilen bir yağdır. Bu ağaç, 25-30 yıl yaşayabilmekte ve boyu yaklaşık 30-40 metreye kadar uzayabilmektedir (Ayeleso, 2012; Fattore ve Fanelli, 2013). Ana vatanı Batı Afrika'ya dayanmakla birlikte Kuzeydoğu Asya ve Amerika'nın tropikal bölgelerinde, Malezya, Batı ve Orta Afrika ile Endonezya'da yaygın bir biçimde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünya palm yağı üretimi, 2004-2005 yılları arasında 31,5 milyon ton olup; bu üretimin 15,2 milyon tonu Malezya, 11,6 milyon tonu Endonezya'da gerçekleşmiştir. Rakamlardan da görüldüğü gibi dünya palm yağı üretiminin %50'den fazlası Malezya tarafından sağlanmaktadır. Palm yağı,

yağlı meyvenin pulp kısmından (yağ oranı %50) elde edilen bir yağdır (Onurlubaş ve Kızılaslan, 2007; Fattore ve Fanelli, 2013). Bitkisel yağlar içerisinde palm yağını farklı kılan özellik, taze meyve kısmından (mezokarp) elde edilen palm yağı ve palm bitkisinin çekirdek kısmından elde edilen palm çekirdek yağı olmak üzere tek meyveden iki farklı yağ üretilmesidir. Ayrıca bu iki yağın da ticari değeri bulunmaktadır. Palm bitkisi meyvesindeki mezokarp kısmından elde edilen ham palm yağı, meyveden elde edilen toplam palm yağının %55'dir (Anonim, 2009; Frank ve ark., 2011).

İyi yetiştirilmiş kaliteli meyvelerden elde edilen palm yağının yapısında bulunan serbest yağ asidi miktarı diğer bitkisel kaynaklı yağlardan daha yüksektir. Palm yağı yılda 3-4 ton meyve vermesinden dolayı diğer bitkisel kaynaklardan daha verimlidir (Wahid ve ark., 2004). Palm yağı, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO'nün (BM Gıda ve Tarım Örgütü) ortak kuruluşu olan Uluslararası CODEX Alimentarius Komisyonu tarafından 17 yemeklik yağ çeşidinden biri olarak görülmekte ve pişirme yağı amaçlı, margarinerde ve birçok hazır gıdaların üretimi sırasında kullanılabilir (Anonim, 2009; Aliyu-Paiko ve ark., 2012).

Tablo 2.2. Palm yağı ve palm çekirdek yağının bileşenleri (Macit ve Şanlıer, 2014).

Palm yağı		Palm çekirdek yağı	
Doymuş yağ	%44.3 palmitik asit, %4.6 stearik asit, %1.0 miristik asit	Doymuş yağ	%48.2 laurik asit, %16.2 miristik asit %8.4 palmitik asit %3.4 kaprik asit %3.3 kaprilik asit %2.5 stearik sit
Tekli doymamış yağ	%38.7 oleik asit	Tekli doymamış yağ	%15.3 oleik asit
Çoklu doymamış yağ	%10.5 linoleik asit	Çoklu doymamış yağ	%2.3 linoleik asit
Diğer	%0.9	Diğer	%0.4

Palm yağının doymuş yağ içeriğinin temel bileşeni palmitik asittir ve palm yağının %44'ünü oluşturmaktadır. Palm yağı içerisindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı %10 ve tekli doymamış yağ asitlerinin oranı %40'tır (Fattore ve Fanelli, 2013). Palm çekirdek yağının ise, çoklu doymamış yağ oranı %15.5, tekli doymamış yağ oranı %2.3, doymuş yağ oranı %83'tür (Mukherjee ve Mitra, 2009). Tablo 2.2'de palm yağı ve palm çekirdek yağının bileşenleri verilmiştir (Macit ve Şanlıer, 2014).

2.2.1.5. Şeker

Şeker, saflaştırılmış ve kristalize edilmiş sakkarozdur (Anonim, 2006). Ticari amaçlı kullanılacak olan şeker %99,9 saflığa sahip olmalı ve içerisinde kirliliğe sebep olabilecek herhangi bir madde olmamalıdır. Şeker, kakaolu ürünlerin temel bileşenlerinden biri olup ürünlere tatlılık ve lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır (Ercoşkun, 1987; Anonim, 1990).

Şekerin partikül boyutu, ağızda duyuşal kabul edilebilirliğı bakımından oldukça önemlidir (Jeffrey, 1993). Şeker yapısı itibari ile su tutan özelliğe sahip olmasından dolayı nemsiz yerlerde depolanmalıdır. Şeker partiküllerinin yüzeyinde nem olması, karıştırma esnasında partiküller arasındaki sürtünmeyi arttıracığından dolayı direnç viskozitesinde bir artma meydana getirmektedir. Kakaolu ürünlerin üretiminde genellikle pudra şekeri kullanılmaktadır. Üründe kullanılan pudra şekeri yüksek saflıkta olmalı ve invert şeker içermemesi gerekmektedir. Aksi takdirde, invert şeker içeriğinin ve rutubetin yüksek oranda olması inceltme ve karıştırma işlemleri sırasında problemlere sebebiyet verebilmektedir (Anonim, 1986a; Minifie, 1989)

2.2.1.6. Yağısız süt tozu

Süt proteinleri kakaolu ürünlerde istenilen kremşli yapı için eklenmekte olup, %80 kazein ve %20 peyniraltı suyu proteinleri içermektedir. Kazein fraksiyonu yüzey aktif bileşen olarak etki göstermekte ve kakaolu ürünlerin viskozitesini azalmaktadır. Bu durumun aksine, peyniraltı suyu proteinleri ise viskoziteyi arttırmaktadır. Yağısız süttozu ve yağlı süttozu ilave edilmesi ile süt kuru maddesinin maruz kaldığı ısı

işlem ve kurutma şartlarına bağlı olarak aroma, tekstür ve likid akış özelliklerine katkı sağlamaktadır. Yağsız sütün tozu, yağı yaymak için yumuşatır. Peyniraltı suyu tozu bazı kakaolu ürünlerde tatlılığı azaltmak için kullanılabilir ve demineralize peynir altı suyu tozu ise istenmeyen aroma oluşumundan kaçınmak için tercih sebebidir (Haylock ve Dodds, 1999).

2.2.1.6. Lesitin

Lesitin, doğada var olan en önemli emülgatör ve yüzey aktif maddelerden biridir. Ticari üretimi yaklaşık olarak 50 yıldır sürmesine karşın başta kakao ve çikolata ürünleri sektöründe olmak üzere gıda endüstrisinde çok geniş bir kullanım alanına sahip olduğu bildirilmektedir. Lesitin, fosfolipitlerin trigliserid, yağ asidi, fitogliserol, sterol ve az miktarda nötral yağ bileşenlerinin meydana getirdiği kompleks bir karışım olup, bir çok hayvansal ve bitkisel kaynaktan lesitin elde edilebilmektedir. Ancak ticari lesitin, özellikle soya fasulyesi olmak üzere mısır, ayçiçeği ve pamuk tohumu gibi yağlı tohumlardan ekstraksiyon yoluyla elde edilmektedir (Minifie, 1989; Hui, 1992).

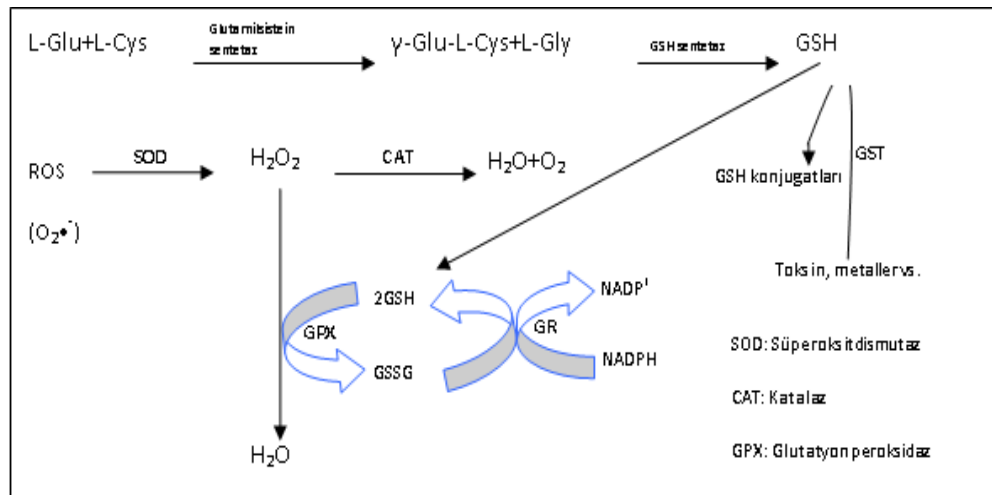
Lesitin, FAO tarafından “GRAS” (Genellikle Güvenli Kabul Edilir) statüsünde kabul görmüştür. Diğer bir deyişle, gıdalarda kullanılacak lesitin miktarı için bir sınırlama konulmamıştır (Garti, 2001). Lesitinler, düşük seviyelerde (%0.5-3) geniş uygulama alanlarına sahip olan çok fonksiyonlu ürünler olup, genellikle bir gıda ürününe birden fazla özellikleriyle katkı sağlamaktadırlar. Ticari lesitin sahip olduğu moleküler yapısı nedeniyle, hem lipofilik hem de hidrofilik özelliğe sahiptir. Bu nedenle, emülgatör olarak kullanılması da bu özelliği ile ilişkilidir (Minifie, 1989). Lesitin iki farklı sıvıyı bir arada tutarak su içinde yağ ya da yağ içinde su emülsiyonları meydana getirdiğinden dolayı en önemli fonksiyonu emülsifikasyon özelliğidir. Bu amfoterik özellikleri sayesinde lesitinler gıda sistemlerinde vazgeçilmez katkılar olarak görülmektedir (Hui, 1992; Garti, 2001).

Ticari lesitininin sağlık açısından etkilerinin incelenmesi adına birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmaların neticesinde lesitininin Alzheimer hastalığı gibi nörolojik

bozukluklar üzerinde etkili olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca, lesitinin içerdiği kolın nedeniyle sağlık ve beslenme yönünden önemli olduğu ileri sürülmektedir (Hui, 1992).

2.3. Glutasyon (GSH)

Glutasyon (GSH, γ -l-glutamyl-l-cysteinylglycine), protein kaynaklı olmayan tiyol tripeptittir ve yaşayan bütün organizmalarda özellikle de ökaryot hücrelerde mevcuttur (Meister ve Anderson, 1983). GSH, endojen ve ekzojen kaynaklı toksinlerin detoksifikasyonu, protein katlanması ve redoks potansiyelinin kontrolü de dahil olmak üzere sayısız süreçlerde role sahiptir (May ve ark., 1998). GSH'nin %90'dan fazlası genelde indirgenmiş GSH formundadır (Carmel-Harel ve Storz, 2000). GSH bir çok fizyolojik sürece dahil olmasına ve önemli roller oynamasına rağmen görevleri antioksidan, bağışıklık artırıcı ve detoksifiyer olarak üç başlık altında özetlenebilir (Pastore ve ark., 2003). Hidrojen peroksit (H_2O_2) ve süperoksit anyonu ($O_2^{\cdot-}$) dahil reaktif oksijen türlerinin miktarındaki aşırı artış hücre için toksik bir etki oluşturmaktadır. Bu bileşenleri metabolize eden ve temizleyen sistemin fonksiyonları önemlidir (Demirkol ve Ercal, 2011).



Şekil 2.1. GSH sentezi ve antioksidan mekanizması (Demirkol ve Ercal, 2011).

GSH'nin güçlü elektron tutma yeteneği ve nispeten yüksek hücre içi konsantrasyonu, indirgenmiş hücrel ortamların onarılmasını sağlamaktadır. GSH, DNA ve diğer biyomolekülleri oksidatif hasar oluşumuna karşı koruyan önemli bir antioksidandır

(Wu ve ark., 2004). Şekil 2.1’de GSH sentezi ve antioksidan mekanizması gösterilmiştir (Demirkol ve Ercal, 2011).

Ayrıca, GSH beyaz kan hücreleri üretimi vasıtasıyla bağışıklık sisteminde de önemli rol oynamaktadır ve en kuvvetli anti-viral ajanlardan biri olduğu bilinmektedir. Son olarak, GSH detoksifikasyon sağlamada glutatyon-S-transferaz tarafından eksojen elektrophil ve çeşitli ksenobiyotiklere konjuge edilmektedir. GSH bu nedenle çok güçlü ve çok yönlü moleküllerden biri olarak kabul edilir (Wu ve ark., 2004).

GSH, dokularda birbiriyle denge içerisinde olan, indirgenmiş glutatyon (GSH) ve okside GSH (GSSG) olmak üzere iki formda bulmakta olup indirgenmiş GSH serbest bir sülfhidril grubu barındırmaktadır. Bu sayede hemoglobinin sistein gruplarını ve diğer hücre içi proteinlerin tiol gruplarını indirgenmiş halde tutabilmektedir. Protein ve enzimlerin tiyol gruplarının (-SH) indirgenmesi ile birlikte redükte formlarının yeterli düzeyde kontrolü gerçekleşmektedir. Bu şekilde GSH’ın sistein kökündeki SH yan zinciri onun fizyolojik özelliklerinin bir bölümünü gerçekleştirebilmektedir. Tiyol grubuna sahip enzimler düşük hızdadır fakat O₂’nin temas etmesi ile veya okside olarak hızla aktivitelerini yitirirler. Bunun neticesinde de GSH kendisi okside olur ve tiyol gruplarını indirgeyerek bunların aktivitelerini tekrar kazanmalarına olanak sağlar (Akkuş, 1995; Yanbeyi, 1999).

Hücrelerde var olan toplam GSH’in %95’i indirgenmiş formda, kalan %5’lik kısmı ise okside (GSSG) formdadır (Reed, 2000). GSSG, hayvansal hücrelerde protein sentezini inhibe ettiği için hücrelerde düşük seviyelerde olduğu ileri sürülmüş olup plazmaya, karaciğer ve kalp gibi organlardan GSSG salınımının olması bu sebebe dayandırılmaktadır. Sıçan karaciğerinde yarı ömrü 3 saat olurken, insan eritrositlerinde yarı ömrü yaklaşık 4 gün sürmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1999). Hücrenin indirgeme kapasitesi bazı durumlarda yetersiz kalabilmektedir. Bundan dolayı da GSH/GSSG oranında azalmalar oluşmaktadır. Hücre içi GSSG miktarı oksidatif stres indikatörü olarak bilinmektedir, buna karşın GSH/GSSG oranı hücrel redoks durumunun indikatörü olarak değerlendirilir ve hücrelerin

antioksidatif kapasitesini belirleyen en önemli redoks çiftidir (Cnubben ve ark., 2001).

Birçok araştırmacı GSH'nin bazı taze sebze ve meyvelerde oldukça yüksek miktarlarda olduğunu bildirmesine (Jones ve ark., 1992; Demirkol ve ark., 2004; Manda ve ark., 2010) karşın ürünlerin işlenmesi sırasında maruz kaldığı dış etkilere (dezenfektan, yıkama, kurutma gibi) dolayı GSH miktarında büyük kayıplar olmaktadır (Qiang ve ark., 2005; Tesoriere ve ark., 2005; Demirkol ve ark., 2008; Gümüşay ve ark., 2015). GSH'in farmakolojik kullanımı oldukça yaygındır ve gıda katkı maddesi olarak da önemlidir (Sies, 1999). Fakat günümüzde sahip olduğu yüksek fiyatta ticari olarak kullanımı kısıtlamaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar neticesinde yüksek üretim kapasitesine sahip *Saccharomyces cerevisiae* mayası ön plana çıkmıştır (Alfara ve ark., 1992; Udeh ve Achremowicz, 1997; Wen ve ark., 2004; Zhang ve ark., 2007).

2.4. Ekmek Mayası (*Saccharomyces cerevisiae*)

Ekmek mayası üretilirken kullanılan maddeler saf maya kültürü ve melastır. Günümüzde çok sayıda maya türü olmasına karşın bunların sadece birkaçının ticari önemi bulunmaktadır. Tek hücreli canlılar grubunda olan ekmek mayası, "*Saccharomyces cerevisiae*" suşunun saflaştırılması ile elde edilmektedir (Stone, 1998). Yaş mayanın üretiminde kullanılan *S. cerevisiae* mayasının stoplazmik membranı yaklaşık olarak %49'u protein, %45'i yağ ve %6'sı da nem ve minerallerden oluşmaktadır. Maya membranında yer alan gözeneklerin büyüklüğü 0,42 nm'dir (Kutay, 2001).

Fermantasyon endüstrisinin temel bileşimi olan *S.cerevisiae* aynı zamanda gıdada kullanımı uygun, ucuz maliyetli ve ulaşılması kolay bir mikroorganizmadır. Maya hücre duvarı ökaryotik yapıya sahip olduğu için kapsül materyali olarak kullanılabilir. Buna ek olarak, doğal özellikleri sayesinde diğer mikrokapsülasyon teknolojilerine göre birçok avantajlara sahiptir (Nelson, 2002). Mayaların hücre duvarı diğer mikroorganizmalar ile karşılaştırıldığında daha kalındır ve hücrenin kuru

ağırlığının %15-25'ini oluşturmaktadır. Hücre duvarında %90 oranında bulunan D-glukan ve D-mannoz en önemli polisakkaritleri olup, %1-2'lik kısmını ise kitin oluşturmaktadır. Manno protein olarak da isimlendirilen D-mannoz polisakkaritleri proteinlere bağlı olarak bulunmaktadır. Ayrıca, hücre duvarı yüksek mekaniksel dayanıklığa sahip olduğu gibi 760 Da molekül ağırlığına kadar moleküllerin serbestçe geçişine izin veren bir yapısı vardır. Maya hücresinin diğer bir özelliği de homojen boyutunun 5 ile 10 µm arasında olması sebebiyle hem kullanılan gıdanın yapısını bozmamakta hem de duyusal açıdan fark edilecek özelliğe sahip oluşturmaktadır. Ayrıca hücrenin başka bir önemli özelliği de yüksek sıcaklığın yanında ışık ve depolama şartlarına dayanıklı olmasıdır (Normand ve ark., 2005; Shi ve ark, 2007).

Maya hücresinin GSH'ini arttırmak adına birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, Stephen ve Jamieson (1996), yaptıkları çalışmada mayayı oksidatif strese karşı korumada ürettiği GSH'in rolünün önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Alfafara ve ark. (1992), yapmış oldukları bir çalışmada sistenin GSH üretimindeki etkilerini araştırmışlardır. Elde ettikleri verilere göre, sistenin GSH artışı için anahtar amino asit olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak glukozun karbon kaynağı olarak kullanıldığı besiyerlerinde sistenin hücre büyümesini engelleyici etki yaptığını belirtmişlerdir. Wen ve ark. (2004), tarafından GSH üretimi üzerine dokuz amino asitin etkisi araştırılmıştır ve iki adımda amino asit eklemeli bir strateji, *S. cerevisiae* T65' in GSH üretimini artırması için uygulanmıştır. Wei ve ark. (2003), yüzey aktif maddelerinin *S. cerevisiae* hücre büyümesine, hücre içi GSH biyosentezi ve hücre dışı salınımına etkisini ilk kez araştırmışlardır. Sonuçlar göstermiştir ki, yüzey aktif maddelerinin eklenmesi ile birlikte hücre büyümesi oldukça etkilenmiştir. Toplam GSH konsantrasyonu, GSH sentezi ve atılımı arttırılmıştır. Bu uygulanan prosedürde, hücre dışında maksimum 50 mg GSH/L elde edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise *S. cerevisiae*'in bazı stres koşulları altında (ozmotik basınç, ısı) karbon kaynakları veya fenolik madde gibi besiyerinde mevcut olan bileşenlere tepki olarak yüksek miktarda GSH ürettiği rapor edilmiştir (Oraby ve ark., 2014)

2.5. Mikroenkapsülasyon

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte günümüzde her geçen gün daha fazla aktif bileşen yeni gıda ürünlerinde kullanılmakta ve bu bileşenleri ürünlere entegre etmek ve korumak için yeni yöntemler aranmaktadır. Özellikle son yıllarda enkapsülasyon ve mikroenkapsülasyon teknolojisi, fonksiyonel gıdalarda kullanılmakta olan aktif gıda birleşenlerini koruması, kontrollü salınımı ve raf ömrünün uzatılması için başvurulan bir yöntemdir. Enkapsülasyon, karışımın veya bir maddenin başka bir madde yardımıyla veya sistem ile hapsedilmesi diğer bir deyişle kaplanması şeklinde tanımlanmaktadır. Diğer taraftan mikroenkapsülasyon ise aktif bir maddenin (çekirdek materyali), bir veya daha fazla kaplama maddesi (duvar materyali) yardımıyla çevresinin sarılması ile mikrometre ve milimetre aralığında büyüklüğe sahip kapsüllerin (mikrokapsül) elde edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Kunz ve ark., 2003; Ivanova ve ark., 2005; Madene ve ark., 2006).

Mikrokapsüller, küre şeklinde olup etrafında homojen bir duvar bulunmaktadır. Mikrokapsül içerisindeki madde veya karışım çekirdek, iç faz veya dolgu olarak isimlendirilir ve dış kısımdaki duvar ise kabuk, kaplama, duvar materyali veya membran olarak ifade edilmektedir (Gharsallaoui ve ark., 2007). Günümüzde gıda ile ilgili olarak yürütülen mikroenkapsülasyon çalışmaları genellikle canlı mikroorganizmaların kapsülasyonu üzerinedir (Koç ve ark., 2010).

Daha önce yapılan çalışmalarda, plazmoliz yöntemi kullanılarak sitoplazması boşaltılmış maya hücresini temel alan mikrokapsülasyon yöntemi ile esansiyel yağlara, aromalara ve antioksidan maddelere uygulanması başarılı sonuçlar ortaya koymuştur (Pannell, 1990; Bishop ve ark., 1998; Blanquet ve ark., 2001; Blanquet ve ark., 2005; Dardelle ve ark., 2007; Shi ve ark., 2007). Maya hücresi kapsülü ile kararlı hale getirilen antioksidan maddelerde herhangi bir kimyasal değişiklik meydana gelmemiş ve suda çözünürlükleri artmış, ışıkla ve oksidasyon ile bozulmaya karşı hassasiyeti dikkate değer biçimde azaltılmıştır. Bunların yanında, antioksidan maddenin vücuttaki biyoyararlılığı korunmuştur (Dardelle ve ark., 2007).

Bu çalışmada fonksiyonel kakaolu fındık kreması üretmek amacıyla da ilave edilmiş olan inaktif *S. cerevisiae* mayasının hücre duvarı kapsüllenen maddenin kontrollü için serbest kalmasına olanak sağlayacak düzeydedir. Kapsüllenen maddenin maya hücresinde serbest hale geçmesi için farklı faktörler etkili olup, maddenin suda çözünürlük derecesi, maya hücresinin ıslak veya kuru olması gibi faktörler sayılabilir. Örnek olarak, maya içinde bulunan hidrofobik bir madde suyun içerisinde serbest kalmayacaktır. Kuru maya hücresi su ile temas ettirilirse hücre duvarının en dış kısmında bulunan protein tabakasında oluşacak delikler nedeniyle hidrofobik maddeler de dahil olmak üzere serbest kalabileceklerdir. Bunun yanında, yapılan çalışmalarda kuru mayadan havaya veya yağa 15 gün geçmesine rağmen difüzyon görülmediği rapor edilmiştir. Kuru ve yağlı gıda şartlarında, kapsülasyon ile koruma sağlanmakta ve su varlığında maddenin serbest kalmasından dolayı maya hücre duvarı kapsüllenen maddenin kontrollü difüzyonu için oldukça uygun bir materyal olduğu düşünülmektedir (Normand ve ark., 2005).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT

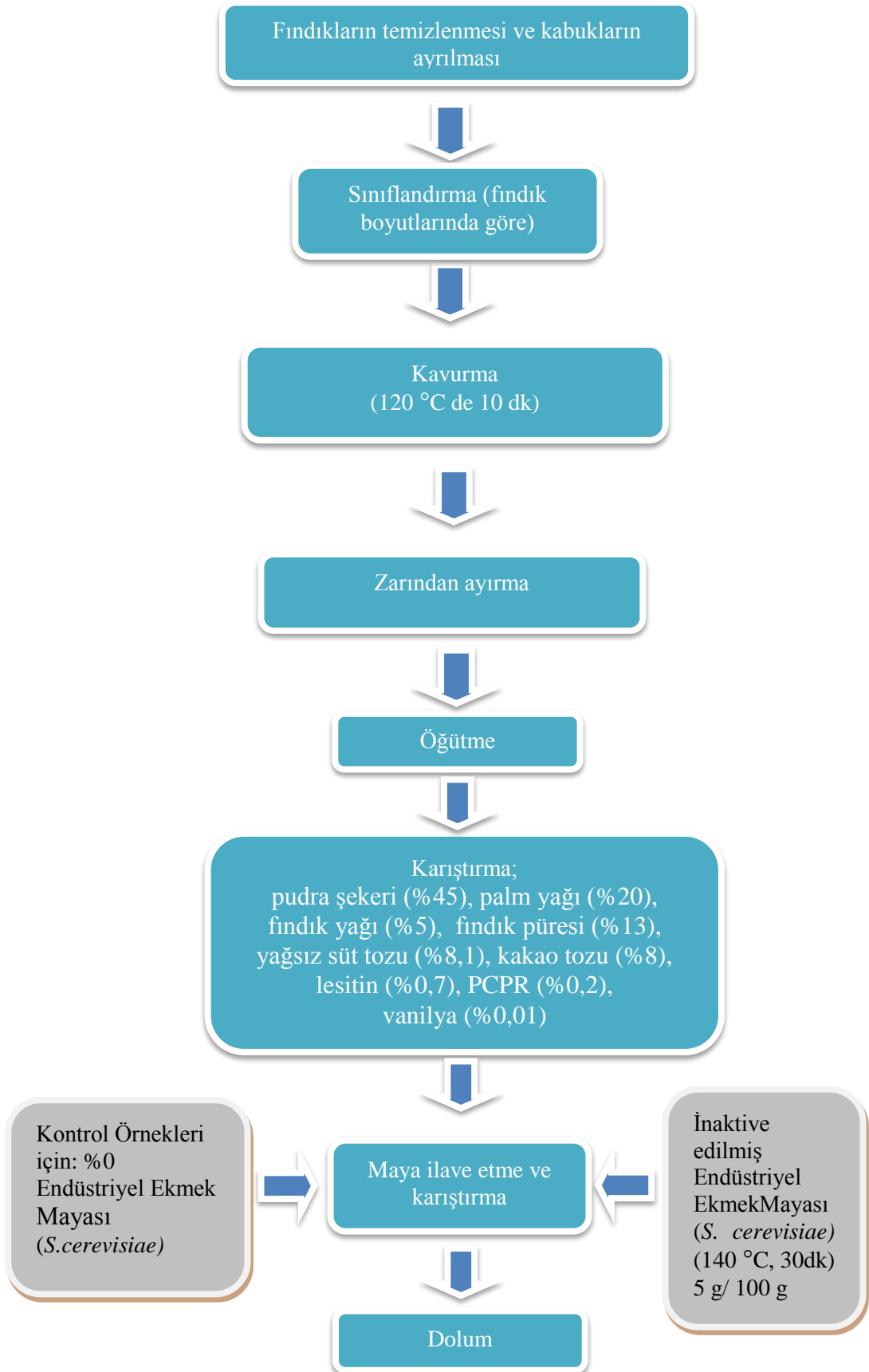
3.1. Endüstriyel Ekmek Mayasının İnaktivasyonu

Endüstriyel instant ekmek mayası (*S. cerevisiae*) piyasadan ambalajlı olarak Pakmaya isimli markadan satın alınmıştır. Mayanın, 140 °C'ye ayarlanan etüvde 30 dk boyunca tutularak inaktivasyonu gerçekleştirilmiştir.

3.2. Kakaolu Fındık Kreması Üretimi

Bu çalışmada kakaolu fındık kreması ürünleri, Unipro Trio 28 markalı palm yağı, Altınmarka Gıda San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilen yağsız süt tozu ve lesitin, Giresun yöresine ait fındık, piyasadan ambalajlı olarak satın alınan Çotanak markalı fındık yağı, Dr. Oetker markalı pudra şekeri, kakao tozu (dark) ve şekersiz vanilya kullanılarak laboratuvar ortamında yapılmıştır.

Kakaolu fındık kreması üretmek amacıyla öncelikle Şekil 3.1'de ifade edildiği üzere fındık ürünleri hazırlanarak püre haline getirilmiştir. Bunun için fındıklar temizlenmiş ve daha sonra kabuklarından ayrılarak boyutlarına göre sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırılan fındıklar nem içeriğine bağlı olarak belirlenen 120 °C sıcaklıktaki fırında 10 dk tutulduktan sonra zarından ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Zarından ayrılan fındıklar kahve öğütücüsü yardımıyla püre haline getirilmiştir. Kakaolu fındık kreması üretiminde pudra şekeri (%45), palm yağı (%20), fındık yağı (%5), fındık püresi (%13), yağsız süt tozu (%8,1), kakao tozu (%8), lesitin (%0,7), poligliserol polirisinolat (PCPR) (%0,2), vanilya (%0,01) kullanılmıştır. Bu oranlar ön denemeler sonucunda belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Kakaolu fındık kreması üretim aşamaları

Üretim sırasında daha iyi bir inceltme sağlamak amacıyla katı haldeki palm yağı eritilerek sıvı hale getirilmiş ve fındık yağı, fındık püresi, yağsız süt tozu, kakao tozu bir karıştırıcı yardımı ile karıştırılmasının ardından melanjöre (Santha, ABD) aktarılmış ve yaklaşık olarak 6 saat boyunca karıştırma ve inceltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından lesitin ve PCPR eklenerek melanjör içerisinde 30 dk süre ile karıştırılan kremaya vanilya ilave edilerek 5 dk daha karıştırılmıştır.

Kakaolu fındık kremasının üretilmesinin ardından inaktivasyonu gerçekleştirilen Endüstriyel Ekmek Mayası (*S. cerevisiae*), duyuusal uygunluğu bozmayan ön denemeler ile belirlenen miktarda (5 g/100 g) kremalarının içerisine eklenmiştir. Ardından steril kavanozlara dolumu gerçekleştirilen kremalarının 0., 30., 60., 90., 120. ve 150. günlerde kimyasal ve duyuusal analizleri uygulanmıştır. Bütün kakaolu fındık kreması örneklerine uygulanan analizler 3 paralelli olarak çalışılmıştır. Ayrıca maya içeren örnekler ve maya içermeyen örnekler için ayrı ayrı üretim yapılmıştır böylece toplamda 2 defa kakaolu fındık kreması üretimi gerçekleştirilmiştir.

3.3. Laboratuvar Analizleri

3.3.1. Kullanılan araç ve gereçler

Bu çalışmada, melanjör (Santha, ABD), kahve öğütücüsü (Fakir Aromatik-220W), hamur karıştırıcısı (Kitchenaid-5KSM45 220W), soğutmalı santrifüj cihazı (Hettich Universal 320R), ultrasonik su banyosu (Bandelin Sonorex), su banyosu (JSR JSSB-30T), vortex (Labtech LVM-202), homojenizatör (Wiggen-Hauser), hassas terazi (OHAUS EX324), filtre (ChromofilXtra Pet 45/25 0,45 µm), HPLC cihazı (Hitachi Lachrom Elite, L-2130 HTA pompa, Hitachi Chromaster 5440 floresans dedektör, L-2200 Otosampler, Kromasil 100 C18 3,5µm çapında kolon, L-2300 kolon fırını), su aktivitesi cihazı (AQUA LAB 3 TE), reflektans spektrofotometre (Model CM-700d, Konica Minolta Sensing Americas, Inc., Ramsey, NJ), etüv (Elektro-Mag M 6040 BP), pH metre (Toledo) ve spektrofotometre (Shimadzu UVmini-1240) kullanılmıştır.

3.3.2. Kullanılan kimyasal çözeltiler

Aşağıda hazırlanış şekli belirtilen kimyasal malzemeler Sigma-Aldrich ve Merck'den tedarik edilmiştir.

- %75' lik Metanol Çözeltisi: 750 mL metanol balon jojeye aktarılmış ve 1000 mL'ye distile su ile tamamlanmıştır.
- %80' lik Etanol Çözeltisi: 800 mL etanol balon jojeye aktarılmış ve 1000 mL'ye distile su ile tamamlanmıştır
- DPPH Çözeltisi: 5 mg DPPH, %75'lik metanol çözeltisi kullanılarak balon jojede 250 mL'ye tamamlanmıştır.
- Folin Ciocalteau Reaktifi: Satın alındığı şekliyle kullanılmıştır.
- %20'lik Sodyum Karbonat (Na_2CO_3) Çözeltisi: 20 g sodyum karbonat (Na_2CO_3) tartılarak 100 mL'ye distile su ile tamamlanmıştır.
- 1,5 mM Demir II Sülfat (FeSO_4) Çözeltisi: 41,703 mg FeSO_4 , 100 mL' lik balon joje kullanılarak hacim çizgisine distile su ile tamamlanmıştır.
- 40 mM Hidroklorik Asit (HCl) Çözeltisi: %37'lik HCl' den 340 μL alınarak 100 mL'ye distile su ile tamamlanmıştır.
- 10 mM TPTZ (2,4,6-tripiryridyl-s-Triazine) Çözeltisi: 156,15 mg TPTZ 50 mL'lik balon jojeye aktarılmış ve 40 mM HCl çözeltisi ile hacim çizgisine tamamlanmıştır.
- 20 mM Demir III Klorür (FeCl_3) Çözeltisi: 270,33 mg FeCl_3 çözeltisi balon joje içerisinde 100 mL distile su ile çözdürülmüştür.
- 0,3 M Asetat Tamponu Çözeltisi: 4,0824 g susuz sodyum asetat tartılmış ve 100 mL distile su ile tamamlanmıştır (Asit ve baz çözeltileri kullanılarak pH:3,6'ya ayarlanmıştır).
- FRAP Reaktifi: Hazırlanan TPTZ, FeCl_3 ve asetat tamponu çözeltileri sırasıyla 1:1:10 oranında karıştırılarak reaktif oluşturulmuştur.
- 10-2 M Bakır II Klorür (CuCl_2) Çözeltisi: 0,4262 g $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tartılarak 250 mL distile su içinde çözdürülmüştür.
- Neokuprin (2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline) Çözeltisi: $7,5 \times 10^{-3}\text{M}$ neokuprin çözeltisi hazırlamak için 0,039 g neokuprin tartılmış ve 25 mL %96'lık etanol çözeltisi içinde çözdürülmüştür.

-Amonyum Asetat Tampon Çözeltisi: 19,27 g amonyum asetat tartılmış ve 250 mL distile su ile tamamlanmıştır (Asit ve baz çözeltileri kullanılarak pH:7'ye ayarlanmıştır).

-Mobil Faz: 1 litre mobil faz hazırlamak için 700 mL asetonitril ve 300 mL ultra saf su, 1 mL asetik asit ve 1 mL o-fosforik asit karışımı hazırlanmıştır.

-NPM (1-pirenil)-maleimid) Çözeltisi: Örneklerde bulunan tiyollerin türevlendirmesini yapmak amacıyla 30 mg NPM, 100 mL asetonitrilde çözdürülmüştür.

-2N HCl (Hidroklorik asit) Çözeltisi: Türevlendirme sonrası oksidatif reaksiyonu durdurmak amacıyla %37 HCl'den 16,585 mL alınarak 100 mL'ye distile su ile tamamlanmıştır.

-SBB (Serin Borat Buffer) Çözeltisi: Bu çözelti HPLC için analiz edilecek örneklerin hazırlanmasından analize kadar geçen sürede oksidasyonu önlemek amacıyla hazırlanmıştır. 1 litre SBB çözeltisi hazırlamak için 15,74 g TrisHCl, 0,618 g Borate, 0,525 g Serine, 0,393 g DETAPAC (Di etilen tri amin penta asetik asit) 1 litre suyla karıştırılmıştır (pH:7'ye ayarlanmıştır).

-4N HCl (Hidroklorik asit) Çözeltisi: %37 HCl'den 33,17 mL alınarak 100 mL'ye distile su ile tamamlanmıştır.

-Tiyobarbutirik asit (TBA) Çözeltisi: 0,288 g TBA tartılmış ve balon joje içerisinde %90'luk asetik asit 100 mL'ye tamamlanarak çözdürülmüştür.

3.3.3. Mikrobiyolojik analizler

3.3.3.1. Mikrobiyolojik analizler için örneklerin hazırlanması

Mikrobiyolojik analiz için 140 °C ve 30 dakikada inaktif edilmesinin ardından maya hücrelerinden 1 g alınarak 9 mL fizyolojik tuzlu suya (%0,85 NaCl) eklenmiş ve vortex yardımıyla karıştırılmıştır. Kakaolu fındık kremalarının mikrobiyolojik analizi içinse 0., 30., 60., 90., 120., 150. günlerin ardından her bir örnekten steril stomacher poşetlerine 10 g alınarak üzerine 90 mL fizyolojik tuzlu su ilave edildikten sonra 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir (Gürgün ve Halkman, 1990).

3.3.3.2. Maya-küf sayımı

İnaktive mayadan ve kakaolu fındık kreması örneklerinden hazırlanan dilüsyonlardan yayma kültürel sayım yöntemine göre OGYEA (Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar) besiyerine ekimi yapıldıktan sonra petriler 28-30°C'de 72 saat inkübasyona bırakılarak sayım yapılmıştır (Gürgün ve Halkman, 1990).

3.3.4. Kimyasal analizler

3.3.4.1. Antioksidan aktivite analizleri için örnek ekstraktlarının hazırlanması

Antioksidan aktivite tayinleri için örnek ekstraksiyonunda Çapanoğlu ve ark. (2008)'nin yapmış olduğu çalışmanın modifiye edilmiş hali kullanılmıştır. Bu amaçla yapılan ön demeler sonucunda en uygun çözünenin %80 etanol olduğu (Diantika ve ark., 2014) belirlendikten sonra hazırlanan kakaolu fındık kremalarından, 50 mL'lik falkon tüpüne 1 g tartılarak aktarılmıştır. 3 mL %80' lik etanol çözeltisi eklenmiş ve homojen hale getirilmiştir. Oda sıcaklığındaki ultrasonik su banyosunda 15 dakika bekletilen örnekler santrifüj cihazına konulmuştur. 4°C'de 9000 rpm devir hızında 10 dakika santrifüj edilmiş ve üstte toplanan süpernatant başka bir falkon tüpüne aktarılmıştır. Kalan peletlere ise tekrar 3 mL %80'lik etanol eklenerek aynı işlemler uygulanarak santrifüjlenen örneklerin süpernatantı daha önce süpernatant konulan falkon tüplerine aktarılmıştır. Ardından örnekler %80'lik etanol ile 10 mL'ye tamamlanarak analizlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

3.3.4.2. DPPH radikalini giderme aktivitesi tayini

Elektron transferine dayanan yöntemlerden biri olan bu analiz, mor renkli kromojenik DPPH radikalinin antioksidan tarafından indirgenmesi esasına dayanır. Radikal yakalama kapasitesi, 515-528 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak tespit edilmektedir. Teknik olarak hızlı ve basit olan bu metotla bitki ve gıdaların serbest radikal giderici etkisi tespit edilebilmektedir (Albayrak ve ark., 2010; Magalhães ve ark., 2008).

Bu çalışmada ekstraktlardan 50 µL alınarak küçük deney tüpüne aktarılmış, 150 µL %80'lik etanol ilave edilerek %25 oranında seyreltme yapılmıştır. 3 mL DPPH çözeltisi eklenmiş ve vortex yardımıyla karıştırılmıştır. Karanlık ortamda oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda karışım küvetlere aktarılarak 517 nm'de absorbanans değeri okunmuştur. Kontrol absorbanansı için örnek yerine 200 µL %80'lik etanol konulmuştur. Cihazın sıfırlama işlemi %80'lik etanol ile yapılmıştır. Örneklerin antioksidan aktivitesi, aşağıdaki eşitlik (3.1) kullanılarak ifade edilmiştir (Brand-Williams ve ark., 1995).

$$\%DPPH \text{ giderme aktivitesi} = \frac{(A(\text{kontrol}) - A(\text{örnek}))}{A(\text{kontrol})} \times 100 \quad (3.1)$$

A(kontrol) : Kontrolün absorbanansı

A(örnek) : Örnek absorbanansı

3.3.4.3. Toplam fenolik madde tayini

Folin-Ciocalteu (FC) reaktifinin kimyasal yapısı hakkında net bir bilgi olmamasına rağmen fosfomolibdik/fosfotungstik asit kompleksini içerdiği kabul edilmektedir. FC analizi alkali ortamda fenolik ve diğer indirgeyici bileşiklerden molibdenuma elektron transferi prensibine dayanmaktadır. Transfer sonrasında meydana gelen mavi renkli kompleks 750-765 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülmektedir. Genel olarak gallik asit referans standart olarak kullanılmakta ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmektedir (Magalhães ve ark., 2008).

Bu çalışmada, Singleton ve ark. (1999) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Hazırlanan ekstraktan 100 µL alınmış ve küçük deney tüpüne aktarılmıştır. Ardından ticari halde hazır bulunan FC ayırıcından 200 µL, distile sudan ise 2 mL eklenmiştir. Karıştırılarak 3 dakika bekletilmiş, daha sonra %20'lik Na₂CO₃ çözeltisinden 1 mL eklenmiş ve 1 saat karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda absorbananslar 765 nm dalga boyunda okunmuştur.

Standart olarak gallik asit kullanılmış ve kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Örnekte bulunan fenolik bileşik miktarı mg GAE/100 g olarak verilmiştir.

3.3.4.4. Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) tayini

Fe^{3+} 'ün düşük pH'da Fe^{2+} 'ye indirgenmesi ile renkli ferrous-tripyridyltriazine kompleksi meydana gelmektedir. Oluşan demir tuzu oksidan olarak kullanılmaktadır. FRAP yöntemi pH 3,6'da gerçekleştirilir. Antioksidanların varlığında ferric-tripyridyltriazine kompleksi Fe^{2+} 'ye indirgenir. Sonuçlar genelde troloks eşiti olarak ifade edilmektedir. Fe^{3+}/Fe^{2+} redoks çiftinin redoks potansiyelinden daha düşük potansiyelli birçok bileşik Fe^{3+} 'ü indirgeyebilmektedir. Bundan dolayı sonuçlar yüksek çıkabilmektedir. Yöntem basit, hızlı ve maliyeti düşük olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir (Albayrak ve ark., 2010).

Analiz için hazırlanan ekstraktlardan 100 μ L alınmış ve kullanılan kimyasal çözeltiler kısmında hazırlanışı anlatılan FRAP reaktifinden 1,8 mL, distile sudan 1,2 mL ilave edilmiştir. Karışım 37°C'de 15 dakika bekletildikten sonra 593 nm'de absorbans ölçülmüştür. Standart grafiği $FeSO_4$ 'ün farklı konsantrasyonları hazırlanarak oluşturulmuştur. Bu sayede ortamda ne kadar Fe^{3+} 'ün Fe^{2+} 'ye dönüştüğü tespit edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

3.3.4.5. Cu^{2+} iyonu indirgeyici toplam antioksidan kapasite tayini (CUPRAC)

CUPRAC metodu, örnekte bulunan antioksidanlar tarafından Cu^{2+} 'nin Cu^{1+} 'e indirgenmesi esasına dayanmaktadır. Cu^{1+} kromojenik bir ayıraç olan neokuprin ile kompleks meydana getirir. Askorbik asit, ürik asit ve gallik asit için yöntem birkaç dakika içinde tamamlanırken daha kompleks moleküller için 30-60 dk gibi bir süre gerekmektedir. Metodun uygulanışı ucuzdur ve çok fazla uzmanlık gerektirmemektedir. Bunun yanında CUPRAC reaktifi, tiyol türü antioksidanları da okside edebilecek hıza sahip olmasıyla diğer yöntemlerden ayrılmaktadır (Albayrak ve ark., 2010; Apak ve ark., 2007).

CUPRAC analizi için Apak ve ark. (2004) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle göre küçük deney tüpü içerisine toplamda 1,1 mL olacak şekilde 750 µL örnek ekstraktı ve 350 µL distile su aktarılmıştır. Daha sonra 1 mL 10^{-2} M $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1 mL 7.5×10^{-3} M neokuprin ve 1 mL amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) tampon çözeltisi ilave edilmiştir. Tüplerin ağzı kapatılmış ve 1 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 450 nm'de absorbanları ölçülerek kaydedilmiştir. Standart olarak troloks kullanılmış ve sonuçlar mg troloks/100 g olarak verilmiştir.

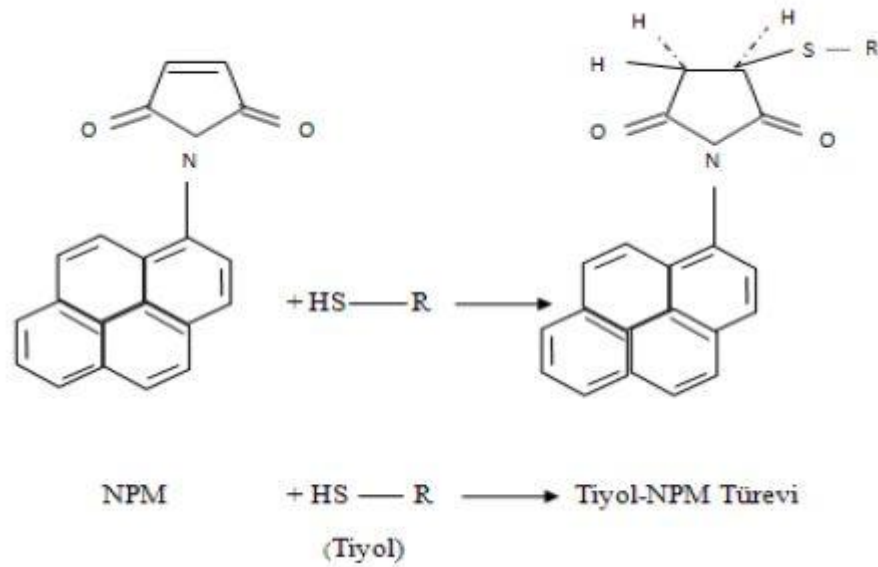
3.3.4.6. Tiyol analizi

Yapılan ön denemeler sonucu maya hücrelerinde sadece GSH olduğu tespit edildiği için standart olarak yalnız GSH kullanılmıştır. GSH standart çözeltisi için öncelikle 1 mM standart stok solüsyonu hazırlanmıştır. Bu stok solüsyonu kullanılarak 25-5000 nM aralığında standart GSH kalibrasyon eğrisi çizilmiştir (Şekil 4.8) (Demirkol ve ark., 2004).

Tiyol analizinde 1 g olarak tartılan kakaolu fındık kreması örneklerine ve 0,05 g tartılan inaktif ve aktif maya hücrelerine, 10 mL SBB çözeltisi eklenerek buzda 2 dakika homojenize edilmiştir. Örnekler 4°C 'de 9000 rpm devir hızında 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Üstte toplanan süpernatantlar analizde kullanılmak üzere başka bir tüpe aktarılmıştır (Winters ve ark., 1995). Örneklerdeki tiyol bileşiklerinin HPLC'de okunabilmesi için floresan dedektör kullanılmış ve örneklerin türevlendirmeleri yapılmıştır. Bu işlemde örneklerdeki tiyollerin serbest sülfidril grupları N-(1pirenil)-maleimid (NPM) ile reaksiyona girerek floresan ışımaya yapan özellik kazandırılmıştır. Bu amaçla örneklerden ve mayalardan belirli miktarda süpernatant alınarak toplamda 250 µL olacak şekilde distile su ilave edilmiştir. 750 µL NPM çözeltisi ile reaksiyona girmesi sağlanmıştır (Şekil 3.2). Aktif maya ve inaktif maya örneklerinin ise türevdirmesi yapıldıktan sonra 100 µL süpernatant alınarak 150 µL saf su eklenmiş ve 750 µL NPM çözeltisi ile reaksiyona sokulmuştur. Deney tüpleri ağzaları kapalı olarak 5 dakika reaksiyon için bekletilmiştir. Reaksiyonu durdurmak amacıyla tüplere 10 µL 2 N HCl çözeltisi ilave

edilmiş ve karıştırılmıştır. Hazırlanan numuneler 0,45 µm çaplı naylon filtrelerden geçirilerek HPLC kolonuna enjekte edilmiştir.

Tiyol analizinde kullanılan HPLC koşulları; mobil faz %30 ultra saf su, %70 asetonitril, 1 mL/L asetik asit ve 1 mL/L o-fosforik asit karışımı, kolon sıcaklığı 20°C, mobil fazın akış hızı 1mL/dakika, enjeksiyon hacmi ise 5 µL olarak tespit edilmiştir. Floresan dedektörün eksitasyon dalga boyu (λ_{ex}) 330 nm ve emisyon dalga boyu (λ_{em}) 375 nm olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3.2. Serbest sülfidril grubu içeren örneklerin NPM ile reaksiyonu (Winters ve ark., 1995).

3.3.4.7. Tiyobarbiturik asit (TBA) analizi

Depolama süresince oksidasyonun ilerlemesiyle hidroperoksitler malonaldehitlere parçalanmaktadır. Dolayısıyla peroksit testi ile malonaldehitleri tespit etmek mümkün değildir. Özellikle, uzun süre depolanmış ürünlerde oksidatif bozulmaların TBA testi ile belirlenmesi tavsiye edilmektedir (Atamer, 1993; Deeth ve Fitzgeralds, 1995). TBA analizi hızlı ve basit bir yöntem olup, lipid oksidasyonu sonucu meydana gelen sekonder aldehit olan malonaldehit (MDA) ile TBA arasındaki reaksiyon sonucu oluşan kırmızı kromojenin absorbansının belirlendiği kolorimetrik bir metottur (Gutteridge, 1981).

Bu çalışmada örneklerden 10 gr tartılarak üzerine 97,5 mL distile su ilave edildikten sonra 2 dakika homojenize edilmiştir. Hazırlanan örneklere 2,5 mL 4 M HCl ilave edilmiş ve distilasyon düzeneğinde taşmayı engellemek için 3-4 damla parafin ve 3-4 adet kaynama taşı eklenmiştir. Distilasyon işlemi 50 mL distilant toplanacak şekilde yapılmıştır. Distilanttan 5 mL alınarak kapaklı cam tüplere aktarılmış ve üzerine 5 mL TBA çözeltisi ilave edilerek kapakları sıkıca kapatılıp karıştırılmıştır. Tüpler, kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulmuştur. Bu sürenin sonunda tüpler soğutularak absorbans değeri 538 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur ve aşağıdaki eşitlikten (3.2) yararlanarak TBA değerleri mg MDA/kg örnek cinsinden bulunmuştur (Egan ve ark., 1981; Kristensen ve ark., 2001).

$$\text{TBA değeri (mg MDA/kg örnek)} = A \times 7,8 \quad (3.2)$$

A: Örnek absorbans değeri

3.3.4.8. L*, a* ve b* değerlerinin belirlenmesi

Sürülebilir kakaolu fındık kreması örneklerinin renkleri siyah ve beyaz standart kullanılarak kalibre edilen reflektans spektrofotometre (Model CM-700d, Konica Minolta Sensing Americas, Inc., Ramsey, NJ) kullanılarak ölçülmüştür. Numune renk ölçüm haznesi içerisine yerleştirilerek depolanan maya içeren ve içermeyen örnekler farklı noktalardan alınarak L*, a* ve b* değerleri 3 farklı noktadan ölçüm yapılarak belirlenmiştir (Anonim, 2001).

3.3.4.9. Su aktivitesinin (a_w) belirlenmesi

Su aktivitesi ölçümünde AQUA LAB 3 TE model su aktivitesi cihazı kullanılmıştır. Standardizasyonu yapılan ölçüm cihazının özel ölçüm kaplarına numune konularak a_w ve sıcaklık değerleri okunmuştur. Sıcaklık değerleri için 20 °C üstünde ise her 1 °C için 0,02 eklenmiştir ve 20 °C altında ise de her 1 °C için 0,02 çıkarılmıştır.

3.3.4.10. Duyusal analiz

Duyusal analizi yapmak için Sakarya Üniversite'sinde bulunan öğretim üyesi ve yüksek lisans/doktora öğrencilerinden panelistler seçilmiştir. Örnekler renk, görüntü, sürülebilirlik, lezzet, koku, ağızda hissedilen yapışkanlık ve doku (pürüzlülük) özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Panelistler tarafından her bir özellik için 1-5 (1: en kötü, 5: en iyi) arasında puan verilerek değerlendirme yapılmıştır. Verilen puanların ortalaması alınarak her özelliğin değeri bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar örümcek ağı diyagramı ile gösterilmiştir (Viaene ve Januszewska 1997).

3.3.4.11. İstatistiksel analizler

Tüm analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS 13.0 programı kullanılmıştır. Maya ilave edilen ve maya ilave edilmeyen örnekler arasındaki farkın önemi ve örneklerin kendi arasındaki depolama boyunca farklılıkları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir ($P < 0.05$).

BÖLÜM 4. SONUÇ

4.1. Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda 140 °C de inaktif edilen mayalarda ve depolanan hiçbir örnekte maya-küf üremesi tespit edilmemiştir.

4.2. Örneklerin DPPH Radikalini Giderme Aktivitesi

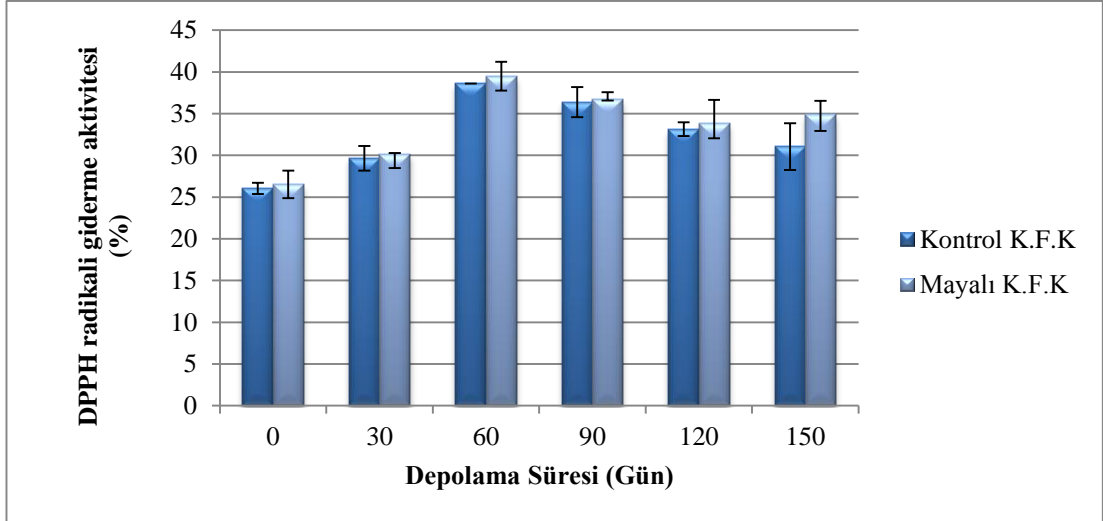
Depolama süresi boyunca örneklerin DPPH radikali giderme aktivitesindeki değişim Tablo 4.1’de verilmiştir. Örneklerde 60. günden sonra bir azalma meydana gelmesine rağmen 0. gün ile karşılaştırıldığında 150. günde DPPH radikali giderme aktivitesinde bir artma gözlenmiştir.

Tablo 4.1. Örneklerin DPPH radikalini giderme aktivitesi (%)

	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	26,04±0,65 ^h	29,65±1,47 th	38,06±0 ^a	36,39±1,80 ^{bc}	33,13±0,82 ^{cde}	31,04±2,79 ^{ef}
Mayalı	26,51±1,64 ^{gh}	30,11±0,16 ^{ef}	39,41±1,80 ^a	36,74±1,97 ^{abc}	33,83±0,82 ^{bcd}	34,88±0,65 ^{bc}

a-h: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (P<0,05).

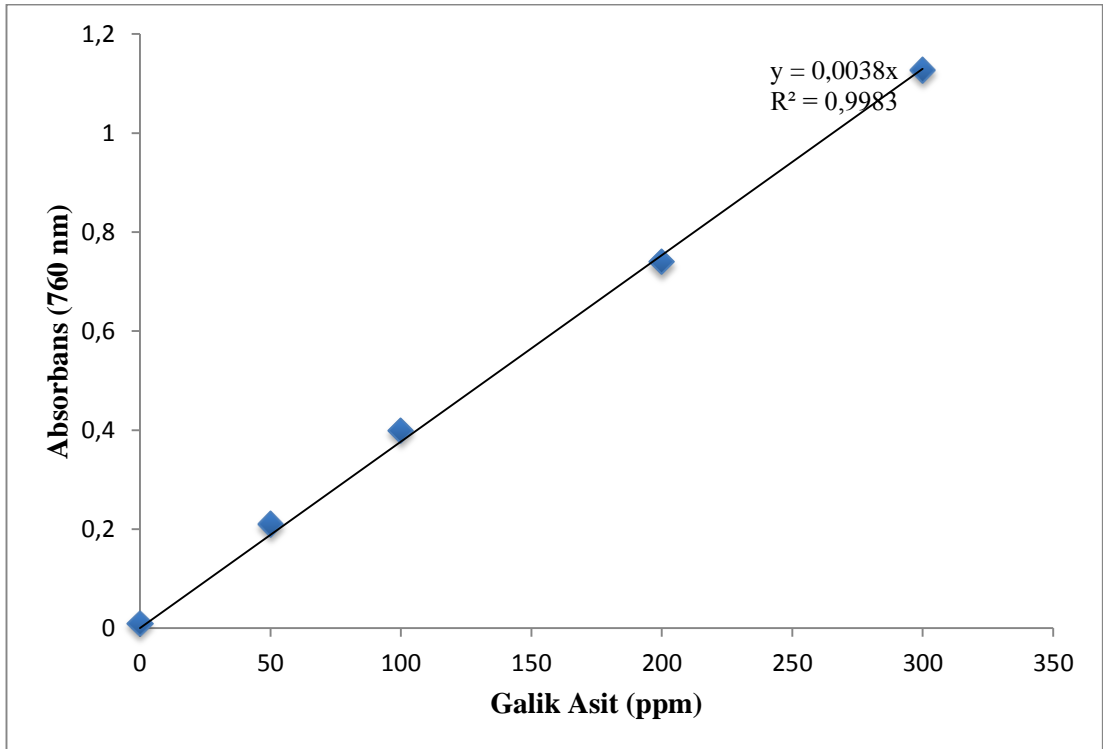
Şekil 4.1’de görüldüğü üzere depolama periyotları süresince mayalı örneklerin DPPH giderme aktivitesi her grupta kontrole göre yüksek olduğu tespit edilmiştir ve fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05).



Şekil 4.1. Maya ilave edilen ve edilmeyen kontrol örneklerinin DPPH radikali giderme aktivitesi. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması

4.3. Örneklerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Gallik asit kalibrasyon eğrisi kullanılarak örneklerin toplam fenolik madde miktarı mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Gallik asit standart eğrisi.

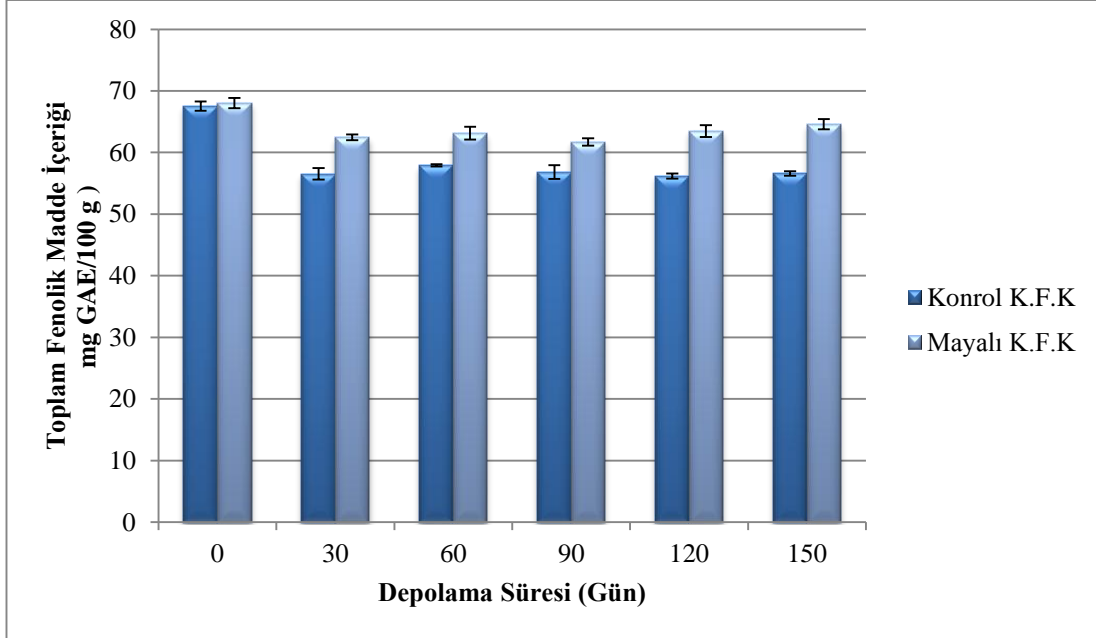
Örneklerin 150 günlük depolama süresi boyunca toplam fenolik madde içerikleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Depolama süresi boyunca her iki grubun da toplam fenolik madde miktarlarında 0. gündeki örneklere göre istatistiki olarak önemli azalmalar gözlenmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.2. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/100 g)

	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	67,54±0,74 ^a	56,53±0,93 ^c	57,93±0,18 ^c	56,84±1,11 ^c	56,18±0,43 ^c	56,53±0,37 ^c
Mayalı	68,05±0,83 ^a	62,45±0,47 ^b	63,12±1,02 ^b	61,72±0,58 ^b	63,48±0,97 ^b	64,58±0,84 ^{ab}

a-c: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

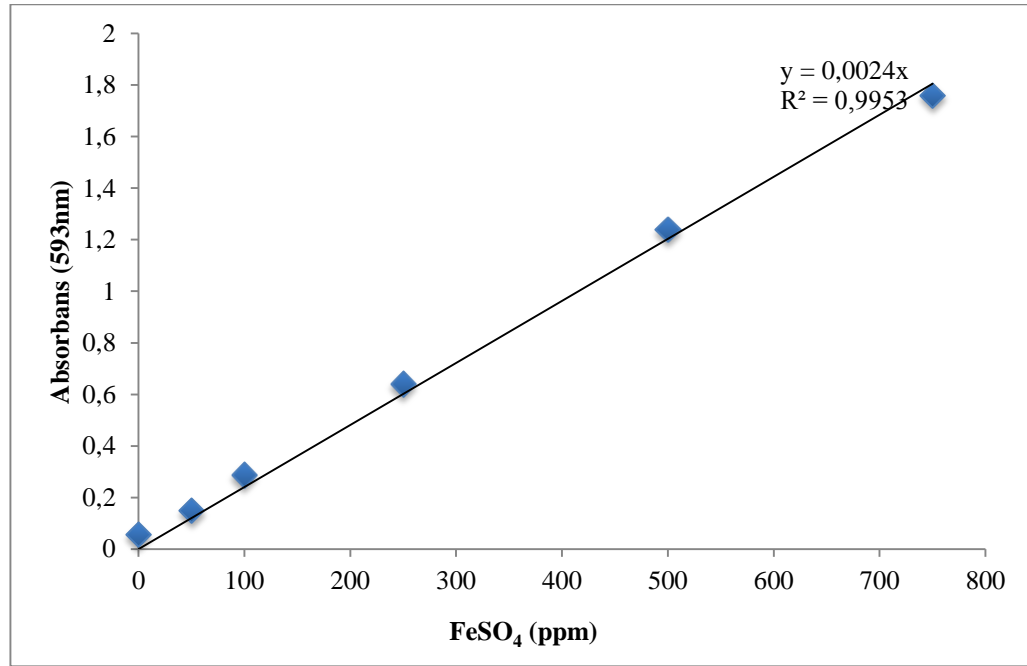
Maya ilave edilen ve maya ilave edilmeyen gruplar arasında toplam fenolik madde miktarları depolama boyunca maya ilave edilen gruplarda daha yüksek bulunmuştur fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$) ve bu durum Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Maya ilave edilen ve edilmeyen kontrol örneklerinin toplam fenolik madde miktarı. Kontrol K.F.K:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması

4.4. Örneklerin Demir İyon İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) Kapasitesi

Maya ilave edilen ve maya ilave edilmeyen örneklerin FRAP değerleri belirlenirken farklı konsantrasyonlarda FeSO_4 çözeltileri kullanılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. FeSO_4 standart eğrisi.

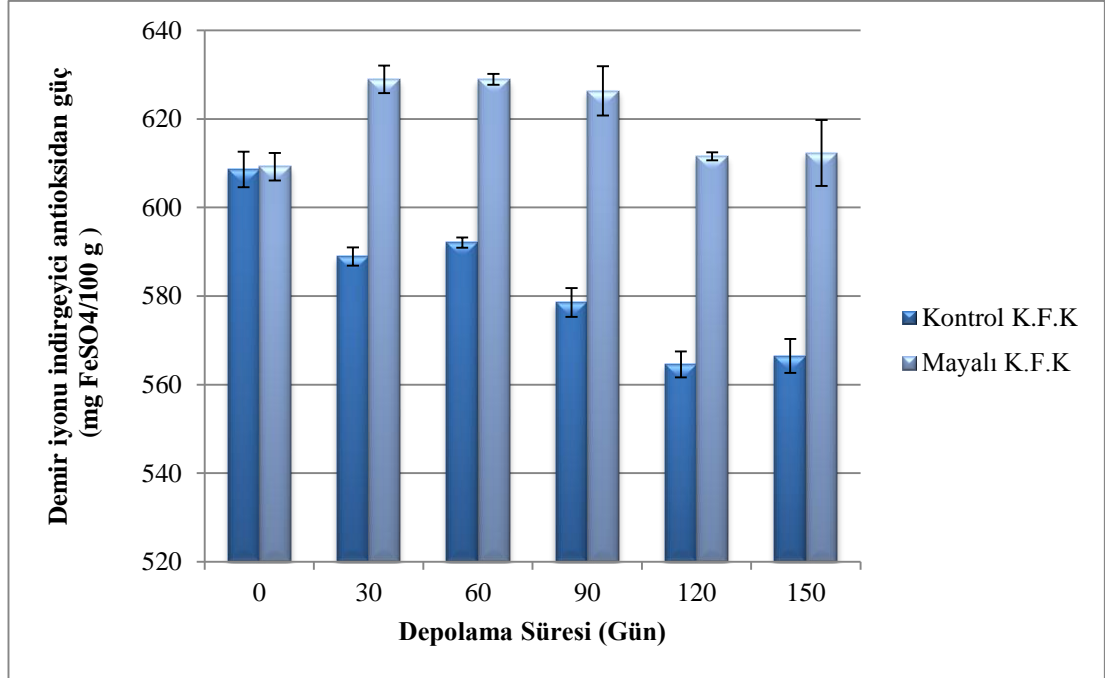
Örneklerin FRAP değerleri mg $\text{FeSO}_4/100$ g olarak hesaplanmıştır. Depolama süresi boyunca maya içermeyen grupta 30. günden itibaren azalma olmasına karşın maya içeren grubun FRAP değerlerinde artma meydana gelmiştir. Bu durum istatistikî olarak önemlidir ($P < 0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Örneklerin FRAP değerleri (mg $\text{FeSO}_4/100$ g).

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	608,58±3,98 ^b	588,95±2,06 ^c	592,08±1,17 ^c	578,54±3,24 ^d	564,58±2,94 ^e	566,45±3,83 ^e
Mayalı	609,21±3,10 ^b	628,24±3,10 ^a	628,94±1,24 ^a	626,31±5,58 ^a	611,54±0,91 ^b	612,28±7,44 ^b

a-e: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî açıdan önemlidir ($P < 0,05$).

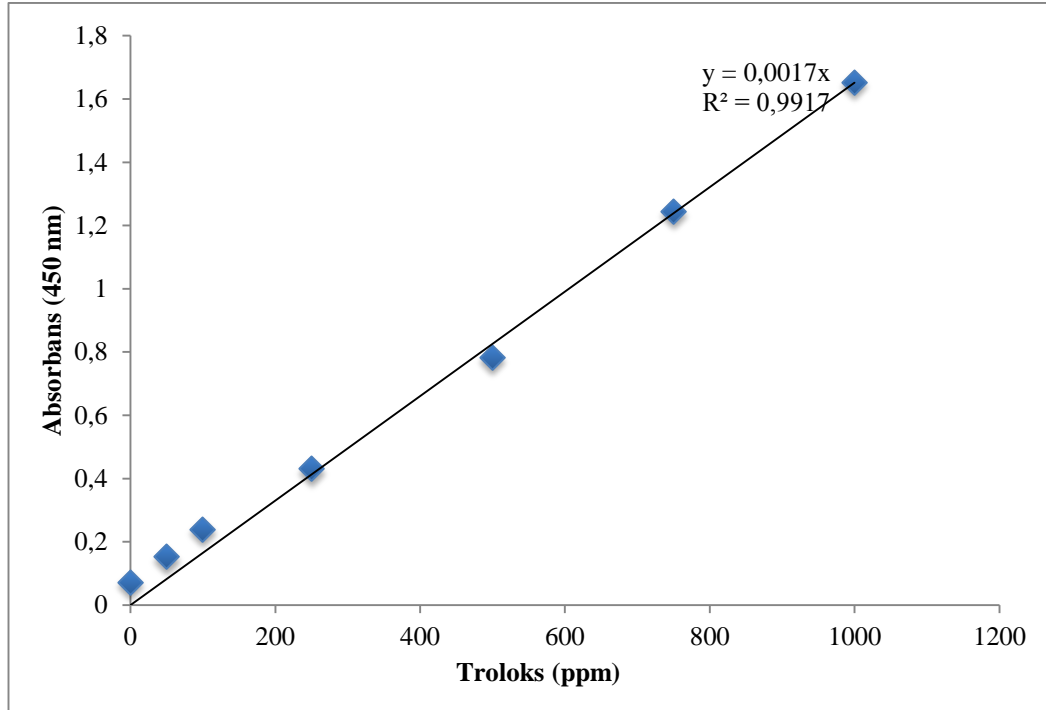
Şekil 4.5’de maya içeren ve içermeyen örnek grupları karşılaştırıldığında 30. günden itibaren depolama boyunca maya içeren örneklerin FRAP değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ve aradaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.5. Maya ilave edilen ve edilmeyen kontrol örneklerinin FRAP miktarı. Kontrol K.F.K:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

4.5. Örneklerin Cu^{2+} İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC)

CUPRAC yönteminde standart olarak farklı konsantrasyonlarda hazırlanan troloks çözeltileri kullanılmış ve kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Troloks standart eğrisi

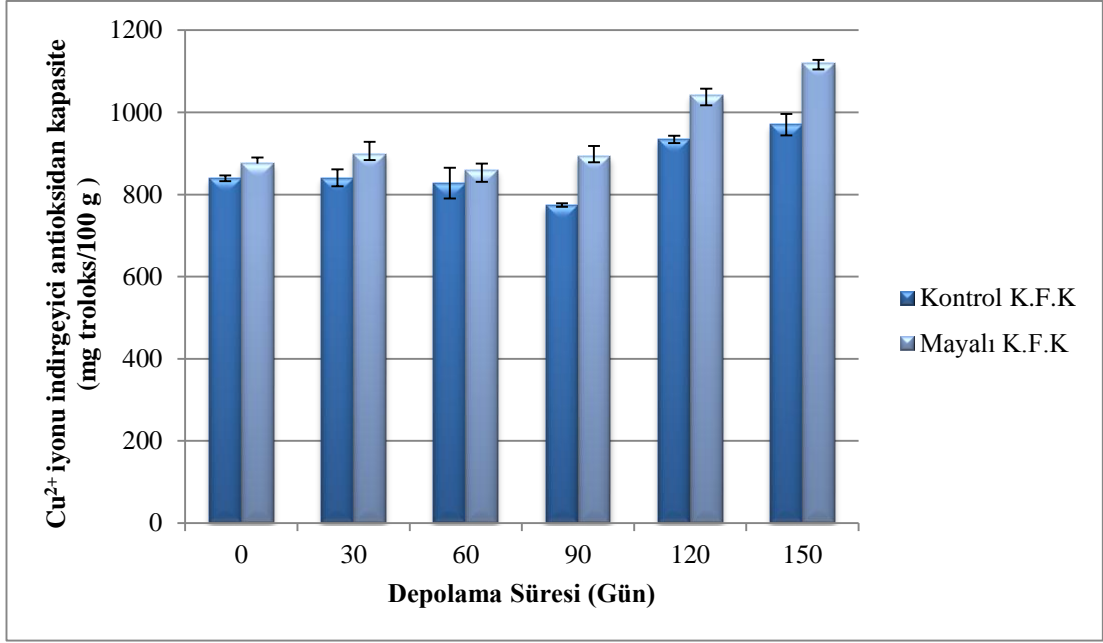
Troloks kalibrasyon eğrisi kullanılarak, örneklerin CUPRAC değerleri mg troloks/100 g olarak belirlenmiştir ve değerler Tablo 4.4'de verilmiştir. Depolama sonunda grupların CUPRAC değerlerinde önemli derecede bir azalma olmadığı gibi 120. ve 150. günlerde değerlerde artış olduğu gözlenmiştir. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

Tablo 4.4. Örneklerin CUPRAC değerleri (mg troloks/100 g)

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	839,41±6,6 ^{fg}	840,58±20,7 ^{fg}	827,64±37,4 ^g	774,11±4,4 ^h	934,11±9,1 ^{cd}	969,70±26,2 ^c
Mayalı	874,92±14,8 ^{ef}	899,07±28,8 ^{de}	860,06±15,4 ^{efg}	893,49±24,5 ^e	1041,89±15,7 ^b	1120,33±7,14 ^a

a-h: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P < 0,05$).

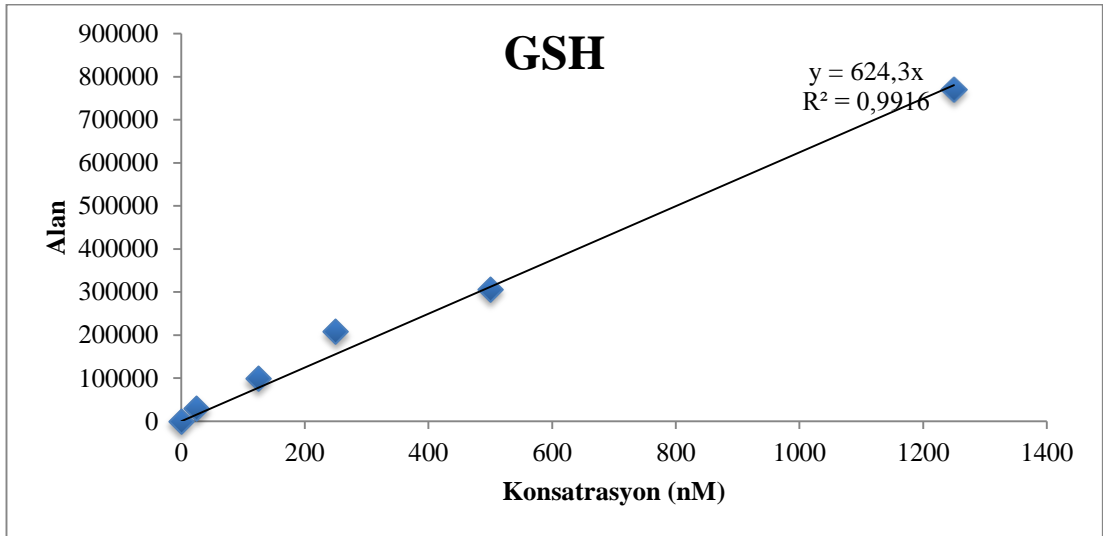
Maya içeren ve içermeyen örneklerin CUPRAC değerleri depolama süresi boyunca maya içeren örneklerde daha yüksek bulunmuştur ve fark önemlidir ($P < 0,05$) (Şekil 4.7).



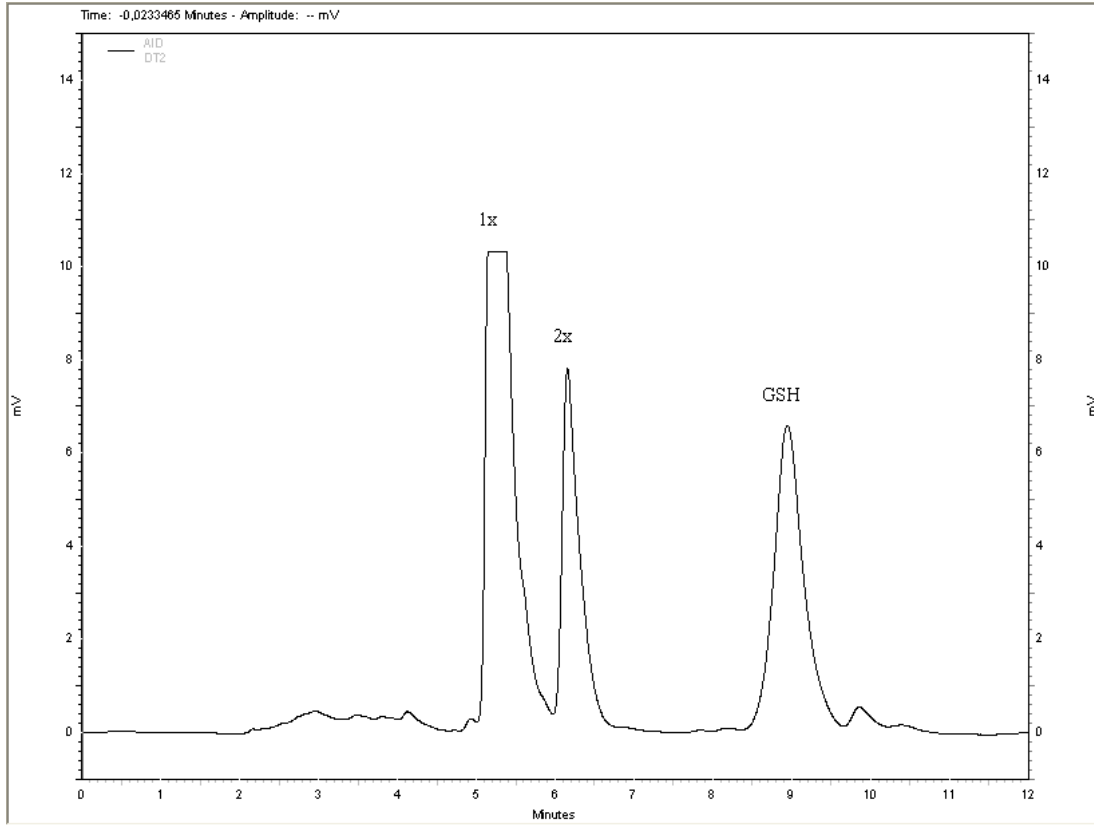
Şekil 4.7. Maya ilave edilen ve edilmeyen kontrol örneklerinin CUPRAC miktarı. Kontrol K.F.K:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

4.6. Örneklerin Tiyoil İçerikleri

Örneklerin tiyoil miktarının saptanması için Winters ve ark. (1995) tarafından geliştirilen ve Demirkol ve ark. (2004)'ün gıdalara uyarladığı metot uygulanmıştır. Standart olarak GSH kullanılarak oluşturulan kalibrasyon eğrileri Şekil 4.8'de, GSH standartlarının okutulması ile elde edilen kromatogram ise Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.8. GSH standart eğrisi.



Şekil 4.9. GSH standart karışımının HPLC' den alınan kromatogramı

Kontrol örneklerinde GSH tespit edilemezken mayalı fındık kreması örneklerinin GSH içerikleri kalibrasyon eğrileri kullanılarak hesaplanmıştır ve değerler Tablo 4.5'de verilmiştir. Depolama süresi sonunda örneklerin 120. günden sonra ki GSH verilerinde istatistiki olarak önemli bir azalma gözlenmiştir ($P<0,05$).

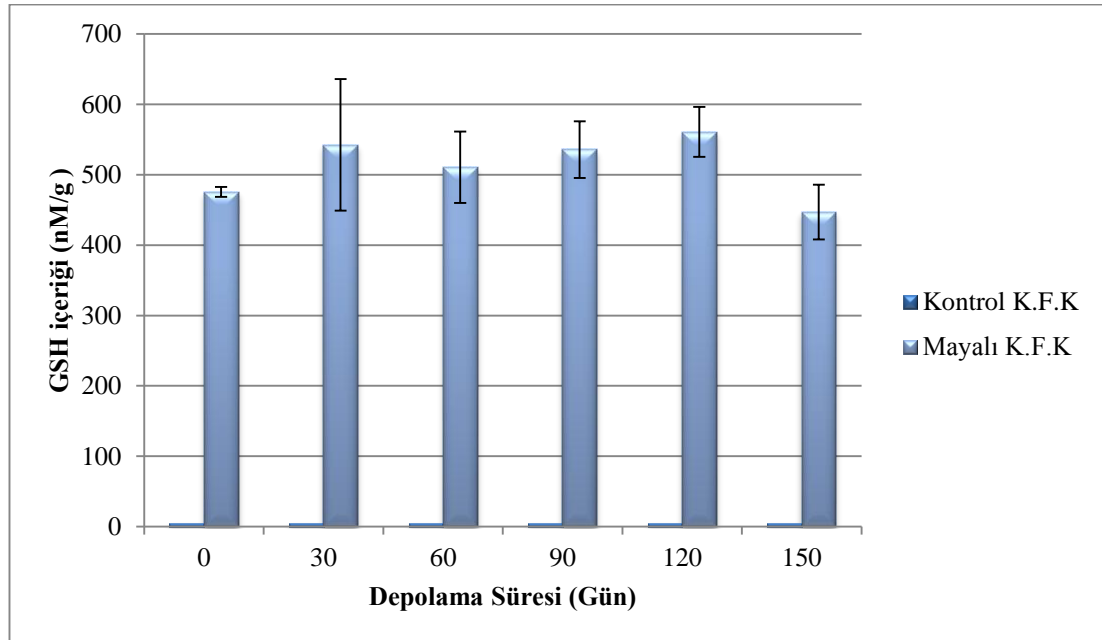
Tablo 4.5. Örneklerin GSH içeriği (nM/g).

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Mayalı	475,4±0,07 ^{ab}	488,6±0,93 ^{ab}	486,2±0,50 ^{ab}	535,5±0,40 ^a	560,7±0,35 ^a	399,0±0,38 ^b

a-b: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

İnaktif hale getirilmeden önce aktif mayaların GSH miktarı ortalaması 11,655 nM/g iken, kakaolu fındık kremasına katılmadan önce inaktif edilen maya hücrelerinin GSH miktarı ortalaması ise 1,453 nM/g olarak bulunmuştur. Maya hücreleri inaktif hale getirilmesi ile birlikte ve ardından kakaolu fındık kremasına katılmasıyla GSH

miktarında azalma meydana gelmiştir ve bu azalma istatistiki açıdan önemlidir (Şekil 4.10) ($P<0,05$).



Şekil 4.10. Örneklerin GSH içeriği (nM/g). Kontrol K.F.K:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

4.7. Örneklerin TBA Sayıları

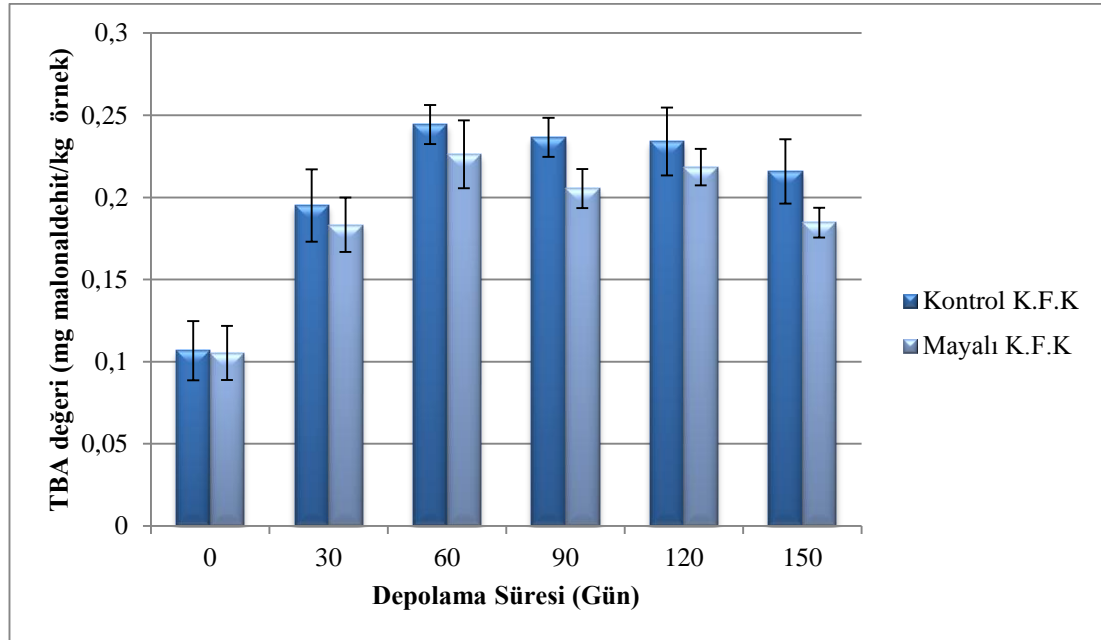
Yüz elli gün boyunca depolanan kakaolu fındık kreması örneklerinin TBA sayıları hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.6'de verilmiştir. Depolanan örneklerin TBA sayılarının başlangıç anından itibaren arttığı gözlenmiştir ancak bu artmayı 60. günden sonra azalma takip etmiştir ve fark istatistiki açıdan önemli kabul edilmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.6. Örneklerin TBA sayıları.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	0,1066±0,01 ^e	0,1950±0,02 ^{cd}	0,2444±0,01 ^a	0,2366±0,01 ^{ab}	0,2340±0,02 ^{ab}	0,2158±0,01 ^d
Mayalı	0,1053±0,01 ^e	0,1833±0,01 ^d	0,2262±0,02 ^{abc}	0,2054±0,01 ^{bcd}	0,2184±0,01 ^{abc}	0,1847±0,01 ^d

a-e: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Maya içeren ve içermeyen örneklerin TBA değerleri karşılaştırıldığında depolama boyunca maya içeren örneklerin TBA sayısı daha az bulunmuştur ve fark istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$) (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Örneklerin TBA sayıları. Kontrol K.F.K:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

4.8. Su Aktivitesi (a_w)

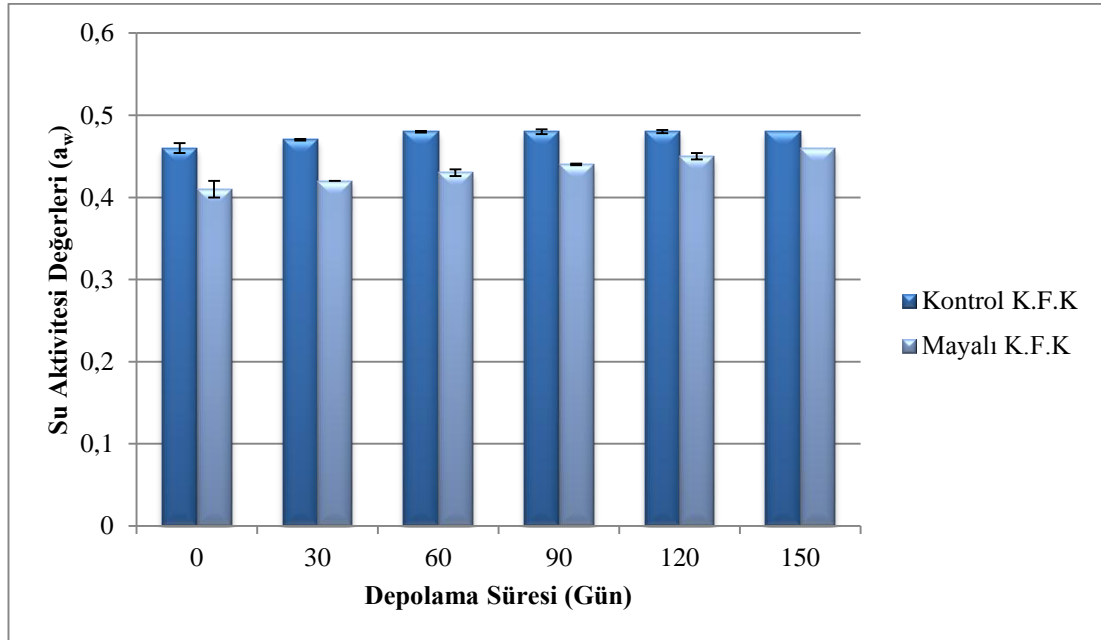
Depolanan kakaolu fındık kreması örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri tablo 4.8'de gösterilmiştir. Maya içeren ve içermeyen örnek gruplarının kendi aralarında su aktivitesi değerlerindeki fark istatistiki açıdan önemsizdir ($P>0,05$).

Tablo 4.7. Örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri

	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	0,46±0,006 ^b	0,47±0,001 ^a	0,48±0,001 ^a	0,48±0,003 ^a	0,48±0,003 ^a	0,48±0,002 ^a
Mayalı	0,41±0,01 ^e	0,42 ^{de} ±0	0,43 ^d ±0	0,44±0,004 ^c	0,45±0,001 ^b	0,46±0,004 ^b

a-e: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Maya içeren ve maya içermeyen örnekler karşılaştırıldığında maya içeren grupların su aktivitesi değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir ve aradaki fark istatistikî açıdan önemlidir ($P<0,05$) (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri. Kontrol K.F.K:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

4.9. Renk Analizi

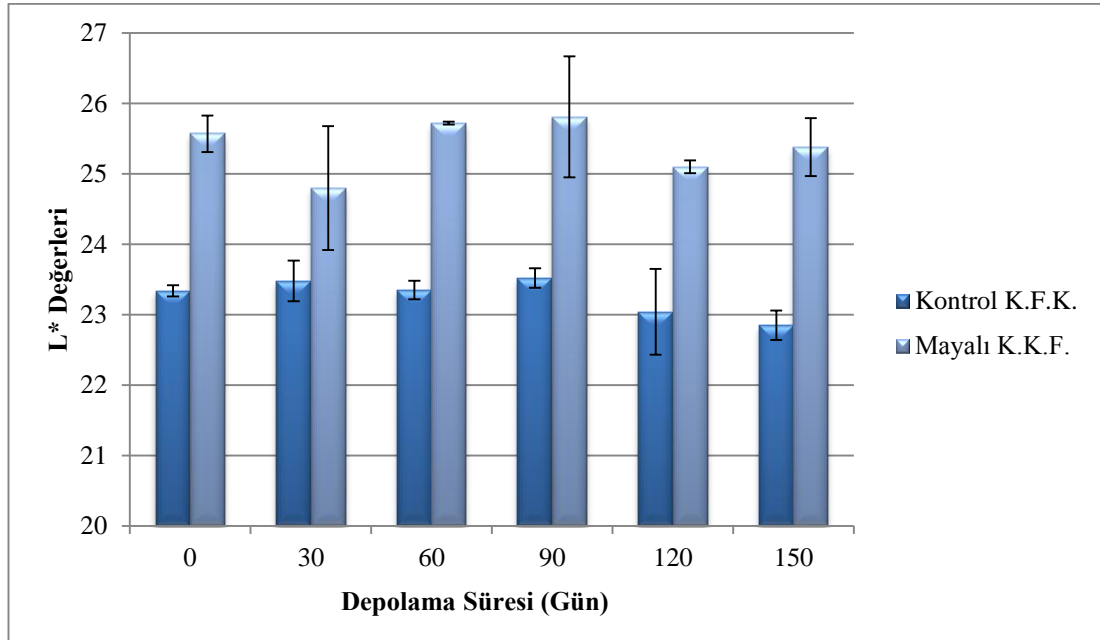
Yüz elli gün boyunca depolanan kakaolu fındık kreması örneklerinin L^* değerleri Tablo 4.8’de gösterilmiştir. Maya içeren ve içermeyen örneklerin depolama süresince kendi grupları içinde L^* değerlerindeki fark istatistikî açıdan önemsizdir ($P>0,05$).

Tablo 4.8. Örneklerin L^* değerleri.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	23,34±0,08 ^b	23,48±0,28 ^b	23,35±0,13 ^b	23,52±0,13 ^b	23,04±0,60 ^b	22,85±0,21 ^b
Mayalı	25,57 ±0,26 ^a	24,80±0,87 ^a	25,72±0,02 ^a	25,81±0,85 ^a	25,10±0,09 ^a	25,38±0,41 ^a

a-b: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistikî açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Maya içeren ve maya içermeyen örnekler birbirleriyle karşılaştırıldığında maya içeren grupların L* değerlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir ve aradaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$) (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Örneklerin L*değerleri. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K.: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

Depolanan örneklerin a* değerleri Tablo 4.10 da belirtildiği gibidir. Örneklerin kendi grupları içerisinde a* değerleri karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiki olarak önemli kabul edilmemiştir ($P<0,05$).

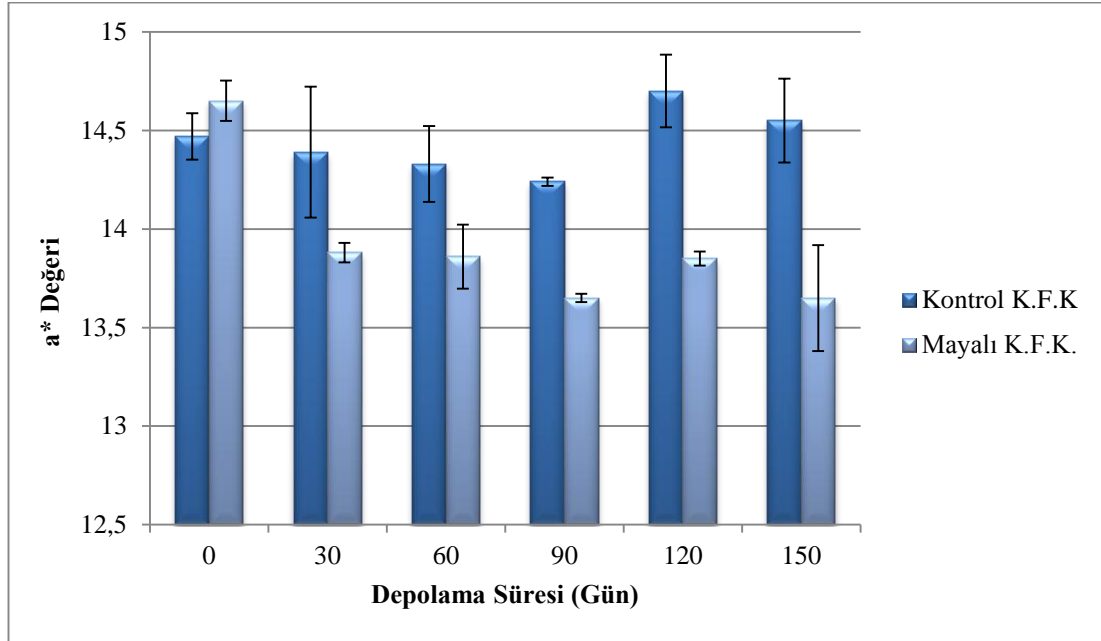
Tablo 4.9. Örneklerin a* değerleri.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	14,47±0,11 ^{abc}	14,39±0,33 ^{abc}	14,33±0,19 ^{bc}	14,24±0,21 ^c	14,70±0,18 ^a	14,55±0,15 ^{abc}
Mayalı	14,65±0,10 ^{ab}	13,88±0,04 ^d	13,86±0,16 ^d	13,65±0,21 ^d	13,85±0,35 ^d	13,65±0,26 ^d

a-d: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Şekil 4.14 gösterilen maya içeren ve maya içermeyen kontrol örneklerinin a* değerleri birbiriyle karşılaştırıldığında maya içeren örneklerin kontrol örneklerine

göre a* değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir ve fark istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$).



Şekil 4.14. Örneklerin a* değerleri. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K.: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

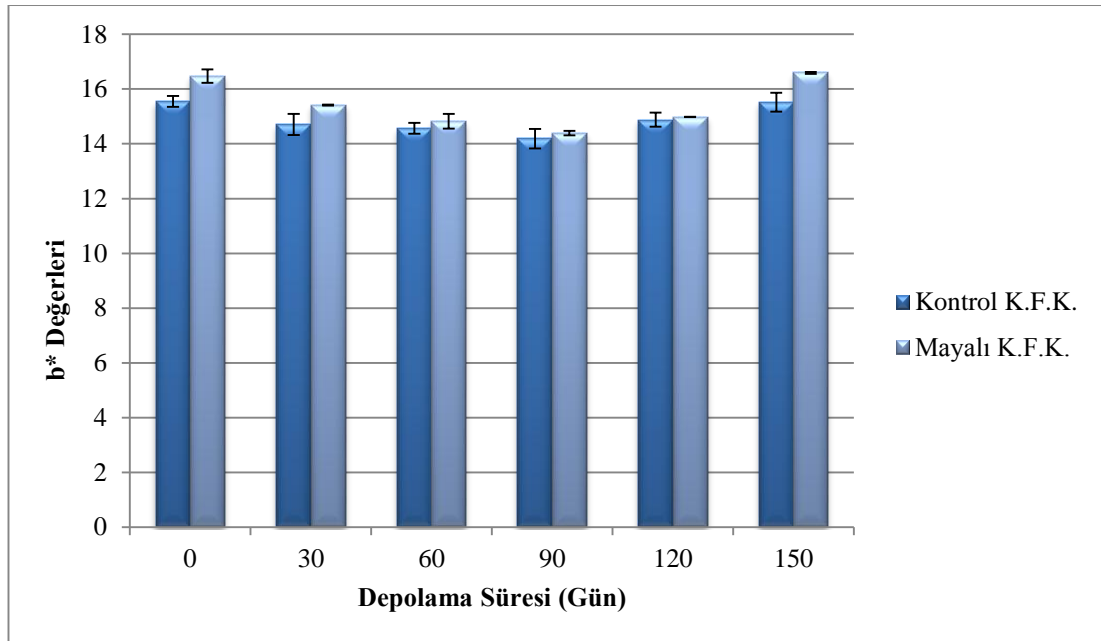
Yüz elli gün boyunca depolanan örneklerin b* değerleri Tablo 4.10’da gösterilmiştir. Örneklerin kendi grupları içerisinde b* değerleri karşılaştırıldığında 30. günden itibaren bir azalma göstersede 0. gün ile 150. gündeki örneklerin b* değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz kabul edilmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.10. Örneklerin b* değerleri.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	15,55±0,2 ^a	14,71±0,38 ^{de}	14,57±0,19 ^{def}	14,19±0,35 ^{ef}	14,87±0,07 ^{de}	15,52±0,17 ^a
Mayalı	16,47±0,24 ^a	15,42±0,01 ^{cd}	14,82±0,27 ^{cd}	14,39±0,07 ^f	14,98±0,27 ^{cd}	16,58±0,03 ^a

a-f: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Maya içeren ve maya içermeyen kontrol örneklerinin b^* değerleri karşılaştırıldığında maya içeren örneklerin b^* değerlerinin daha yüksek olmasına karşın aradaki fark istatistiki açıdan önemsiz kabul edilmiştir (Şekil 4.15) ($P < 0,05$).



Şekil 4.15. Örneklerin b^* değerleri. Kontrol K.F.K: Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

4.10. Duyusal Analiz

Depolama süresi boyunca maya içeren ve maya içermeyen kakaolu fındık kreması örneklerinin Sakarya Üniversite'sinde bulunan öğretim üyesi ve yüksek lisans/doktora öğrencilerinden oluşan panelistler tarafından duyusal analizi gerçekleştirilmiştir.

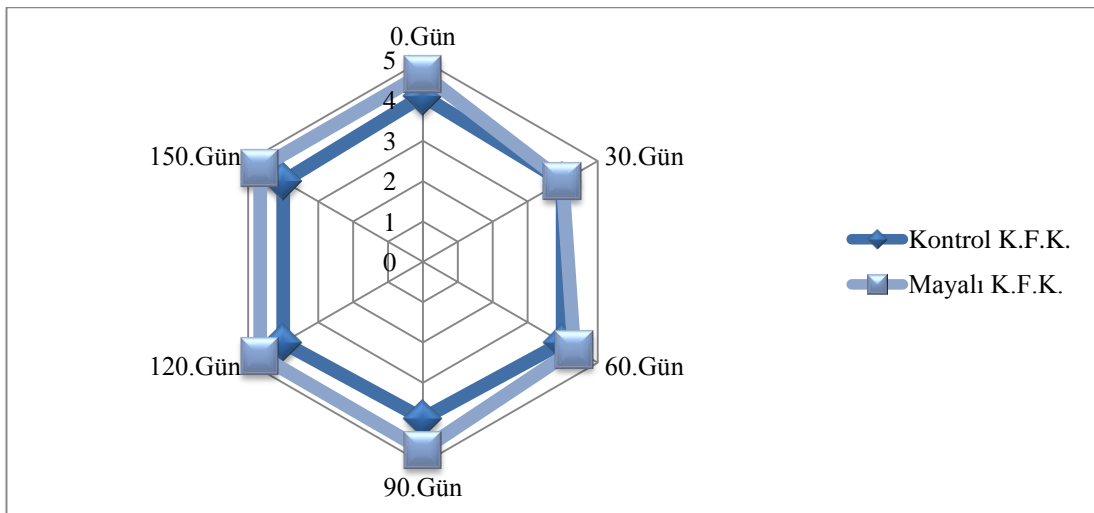
Örneklerin duyusal analiz kriteri olan renk için elde edilen istatistiki veriler Tablo 4.11'de gösterilmiştir. Örnek gruplarının kendi aralarındaki kabul edilebilir duyusal renk değerlerinin depolama süresindeki değişim farkı istatistiki olarak önemli kabul edilmemiştir ($P > 0,05$).

Tablo 4. 11. Örneklerin renginin duyuşal analize göre depolama süresince değişimi.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	4,11±0,78 ^{ab}	4,00±0,86 ^{ab}	4,00±0,86 ^{ab}	3,88±0,33 ^b	4,00±0,86 ^{ab}	4,00±0,86 ^{ab}
Mayalı	4,66±0,5 ^a	4,00±0,86 ^{ab}	4,33±0,5 ^{ab}	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a

a-b: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Maya içeren ve içermeyen örneklerin duyuşal renk değerleri karşılaştırıldığında panelistler tarafından maya içeren örneklerin duyuşal renk değerleri daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ve fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Örneklerin renginin duyuşal analize göre depolama süresince değişimi. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K.: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

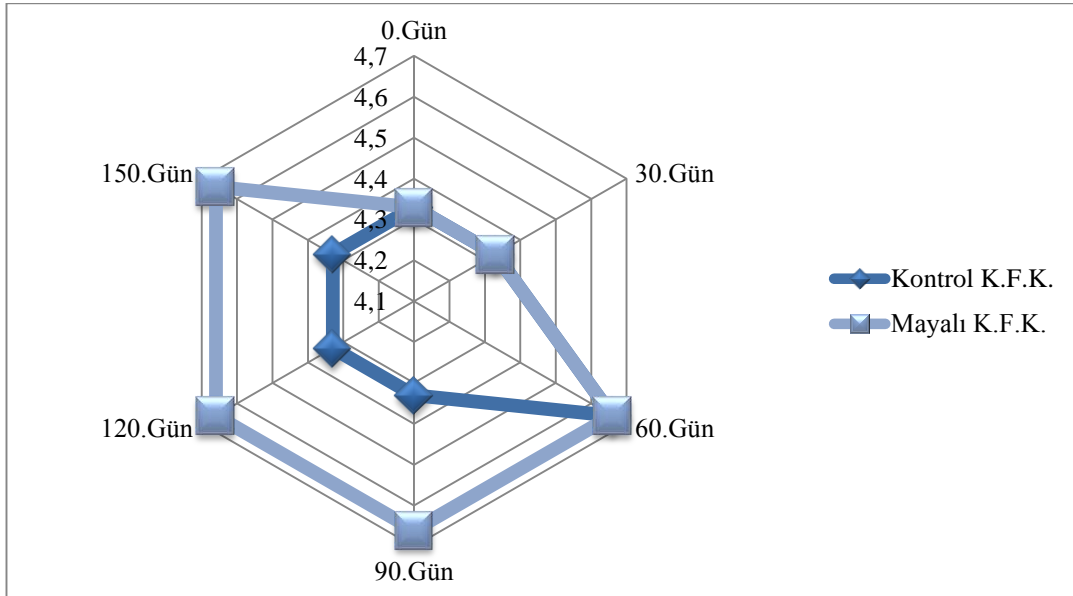
Depolanan örneklerin duyuşal analiz görünüş puanları Tablo 4.12'de verilmiştir. Örnek grupları kendi içinde karşılaştırıldığında duyuşal analize göre görünüşünün panelist puanlarının kayda değer bir farka sahip olmadığı istatistiki bir önem içermediği tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Tablo 4.12. Örneklerin görünüşünün duyu analize göre depolama süresince değişimi.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	4,33±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a	4,66±0,86 ^a	4,33±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a
Mayalı	4,33±0,5 ^a	4,33±0,86 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±1,0 ^a	4,66±0,5 ^a

a: Satır boyunca aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($P < 0,05$).

Maya içeren ve maya içermeyen gruplar birbiriyle karşılaştırıldığında duyu analize görünüşünün panelist puanları incelendiğinde kayda değer bir farka sahip olmadığı ve istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P > 0,05$) (Şekil 4.17).



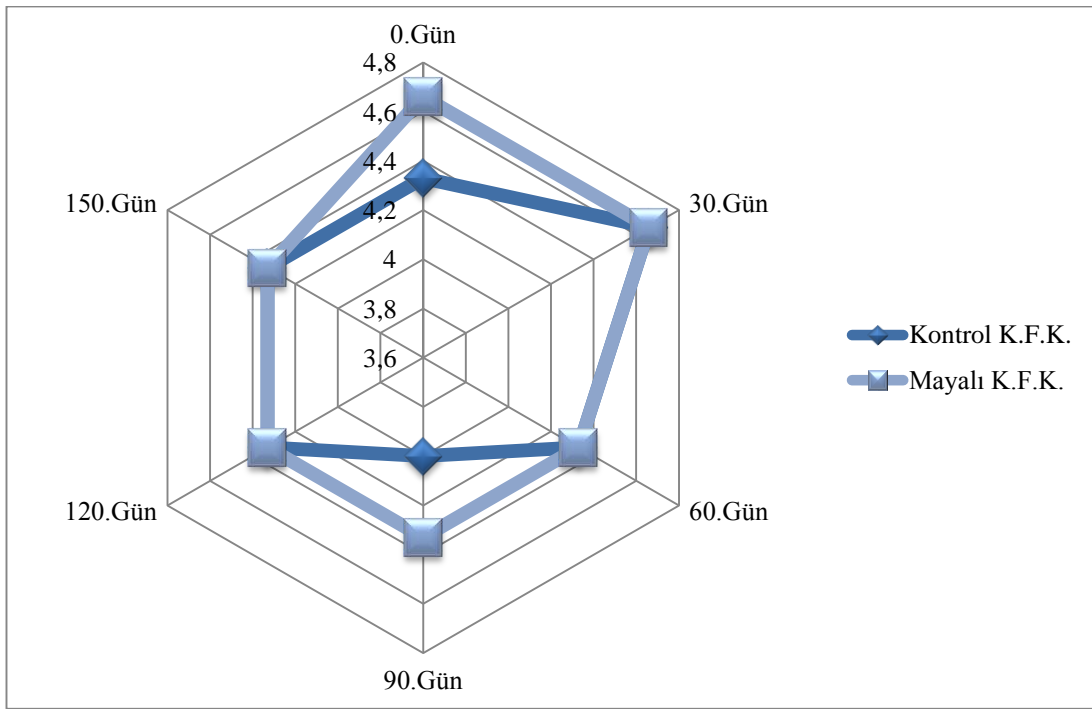
Şekil 4.17. Örneklerin görünüşünün duyu analize göre depolama süresince değişimi. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K.: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

Örneklerin duyu analiz sürülebilirlik panelist puanları Tablo 4.13'de verilmiştir. Bu değerlere göre örneklerin sürülebilirliklerinde zamana göre değişiminde oluşan fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($P < 0,05$) (Şekil 4.18).

Tablo 4.13. Örneklerin sürülebilirliğinin duyu analize göre depolama süresince değişimi.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	4,33±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,33±0,86 ^a	4,00±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a
Mayalı	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,33±1,0 ^a	4,33±0,5 ^a	4,33±0 ^a	4,33±0,5 ^a

a: Satır boyunca aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistik açıdan önemsizdir ($P < 0,05$).



Şekil 4.18. Örneklerin sürülebilirliğinin duyu analize göre depolama süresince değişimi. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

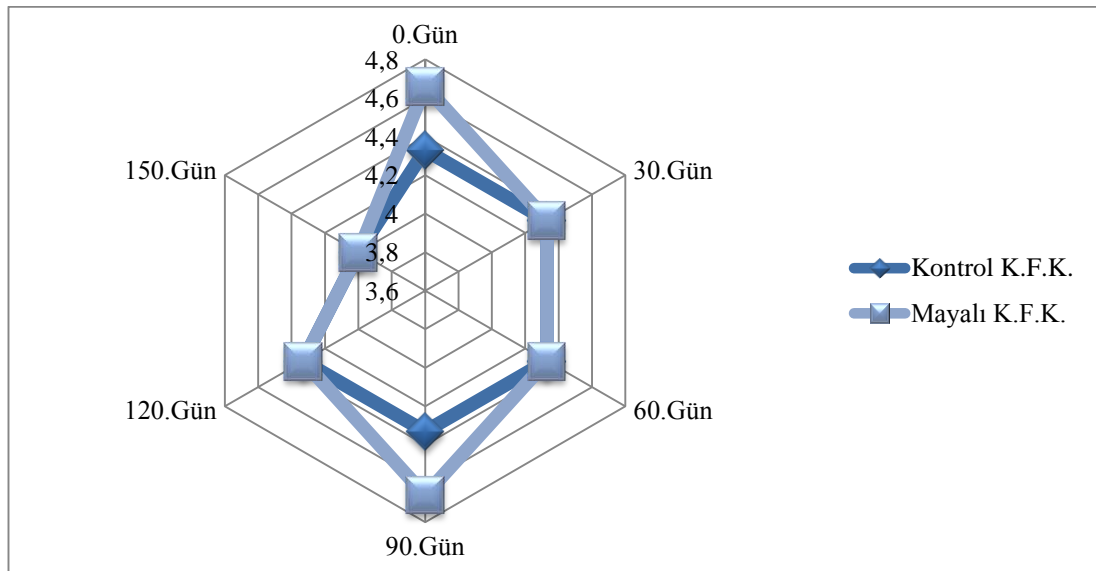
Duyusal analizde panelistlerin lezzet için verdiği puanlara göre depolanan örnek gruplarının kendi içlerinde zamana göre değişiminde kabul edilebilir lezzet için 150. gün puanı azalsada bu fark istatistik açıdan önemsizdir ($P > 0,05$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Örneklerin lezzetinin duysal analize göre depolama süresince değişimi.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	4,33±0,5 ^{ab}	4,33±0,5 ^{ab}	4,33±0,5 ^{ab}	4,33±0,5 ^{ab}	4,33±0 ^{ab}	4,00 ±0,5 ^{bc}
Mayalı	4,66±0,5 ^a	4,33±0,5 ^{ab}	4,33±05 ^{ab}	4,66±0,5 ^a	4,33±0,5 ^{ab}	4,00±0,86 ^{bc}

a-c: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Yüz elli gün boyunca depolanan maya içeren maya ve maya içermeyen örneklerin panelistlerce değerlendirilen duysal analiz lezzet kriterine verdiği puanlar karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0,05$) (Şekil 4.15).



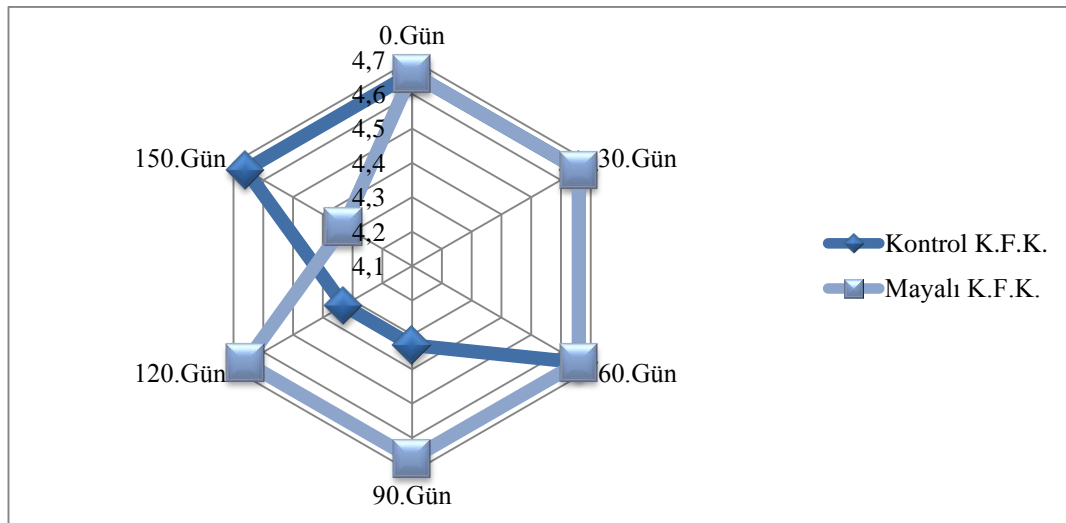
Şekil 4.19. Örneklerin lezzetinin duysal analize göre depolama süresince değişimi. Kontrol K.F.K: Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

Örneklerin panelistlerce değerlendirilen duysal analiz koku kriterine verdiği puanlar Tablo 4.15’de verilmiştir. Değerler karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0,05$) (Şekil 4.20).

Tablo 4.15. Örneklerin kokusunun duyuşal analize göre depolama süresince değişimi.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a
Mayalı	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,33±0,5 ^a

a: Satır boyunca aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizdir (P<0,05).



Şekil 4.20. Örneklerin kokusunun duyuşal analize göre depolama süresince değişimi. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

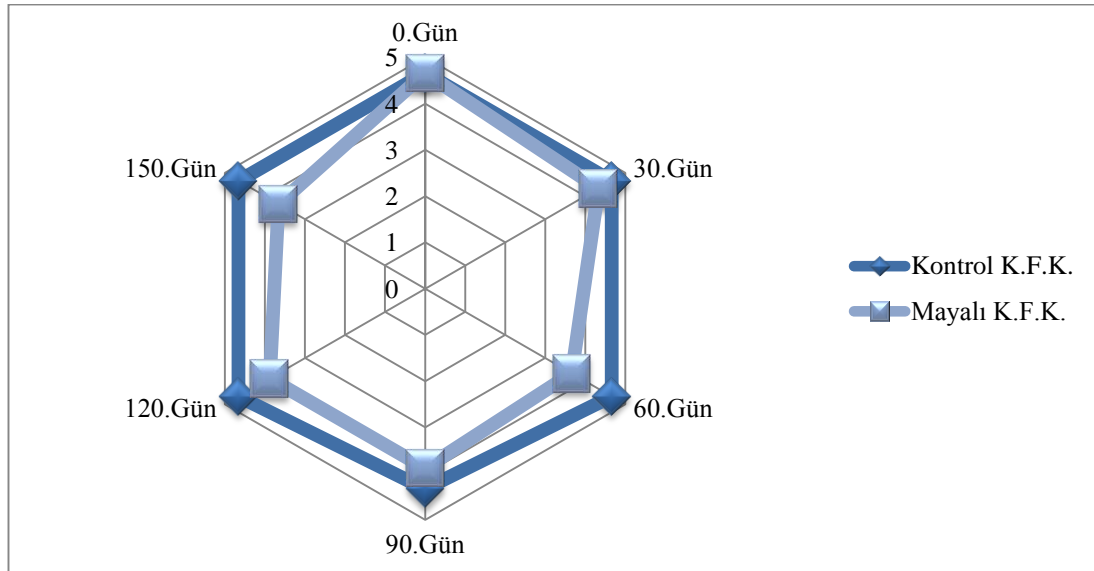
Panelistlerin duyuşal analizde ağızda hissettikleri yapışkanlık için verdikleri puanlara göre kontrol grubunun puanlarındaki fark istatistiki açıdan önemsizken, maya içeren grubun kabul edilebilirlik puanlarında zamanla bir azalma olmuştur ve fark istatistiki olarak önemlidir (P<0,05) (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Örneklerin ağızda hissedilen yapışkanlığın duyuşal analize göre depolama süresince değişimi.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a	4,33±0,5 ^{ab}	4,66±0,5 ^a	4,66±0,5 ^a
Mayalı	4,66±0,5 ^a	4,33±0,5 ^{ab}	3,66±0,5 ^c	3,88±0,33 ^{cb}	3,88±0,33 ^{cb}	3,66±0,5 ^c

a-c: Satır boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir (P<0,05).

Maya içeren ve maya içermeyen örneklerin ağızda hissedilen yapışkanlık değerleri arasında ki fark istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$) (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Örneklerin ağızda hissedilen yapışkanlığın duyu analize göre depolama süresince değişimi. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K.: Maya içeren kakaolu fındık kreması.

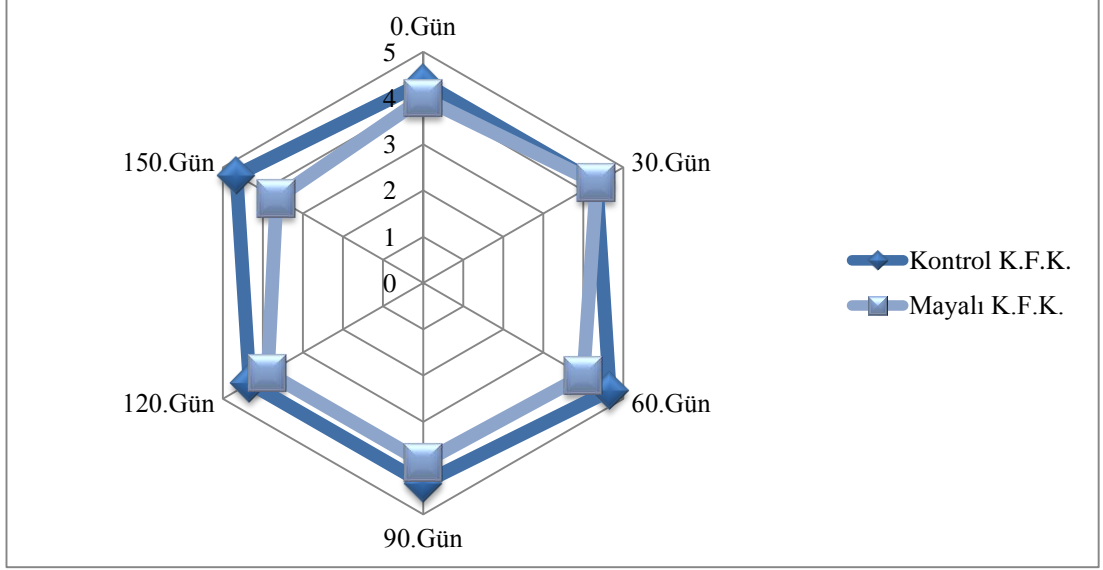
Örneklerin duyu analizde ağızda hissedilen doku (pürüzlülük) için panelistlerce verilen değerlendirme Tablo 4.17’de gösterilmiştir. Bu değerlendirmeye göre her iki grupta da zamana karşı oluşan fark istatistiki açıdan önemsizdir ($P>0,05$).

Tablo 4.17. Örneklerin ağızda hissedilen dokunun duyu analize göre depolama süresince değişimi.

Örnekler	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Kontrol	4,33±0,5 ^{ab}	4,33±0,5 ^{ab}	4,66±0,5 ^a	4,33±0,5 ^{ab}	4,33±0,5 ^{ab}	4,66±0,5 ^a
Mayalı	4,00±0,5 ^b	4,33±0,5 ^{ab}	4,00±0,5 ^b	3,88±0,33 ^b	3,88±0,33 ^b	3,66±0,5 ^b

a-b: Satırlar boyunca farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Ağızda hissedilen doku (pürüzlülük) değerlendirmesinde maya içeren örneklerin, maya içermeyen kontrol örneklerine göre daha pürüzlü olduğu panelistlerce tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Örneklerin ağızda hissedilen dokunun duyuşal analize göre depolama süresince değişimi. Kontrol K.F.K.:Maya içermeyen kakaolu fındık kreması. Mayalı K.F.K.: Maya içeren kakaolu fındık kreması

BÖLÜM 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada kakolu fındık kremaları laboratuvar ortamında üretildikten sonra 140°C’de inaktif edilen endüstriyel mayadan %5 oranında ilave edilmiş örnekler ve maya ilave edilmemiş kontrol örnekleri 150 gün boyunca depolanmıştır. Otuz günlük periyotlarla yapılan mikrobiyolojik analizlerde maya-küf belirlenmemiştir. Ayrıca antioksidan özelliklerini incelemek için DPPH radikalini giderme aktivitesi, toplam fenolik madde içeriği, FRAP yöntemi, CUPRAC analizi ve TBA sayısı spektrofotometrik olarak, tiyol analizleri ise HPLC yöntemiyle saptanmıştır.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre 150 günlük depolama süresi boyunca maya ilave edilen ve ilave edilmeyen kontrol gruplarının hiçbirinde maya-küf gelişimi gözlenmemiştir. Bunun sebebi mayaların inaktif edilmesi ve temiz bir ortamda çalışılması olduğu düşünülmektedir.

DPPH radikali giderme aktivitesi üzerine antioksidan aktivite değerleri 150 gün sonunda başlangıç değerlerine göre artış göstermiştir. Maya içeren örnekler, kontrol gurubuyla karşılaştırıldığında ise mayalı örneklerin DPPH radikali giderme aktivitesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu fark istatistiki açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Shi ve ark. (2008), yapmış oldukları bir çalışmada *S. cerevisiae* maya hücresinde resveratrol kapsülleyerek antioksidan aktivitesini belirlemek için DPPH analizi yapmışlardır. Çalışmalarının sonunda, maya hücresini kapsül materyali olarak kullanımın DPPH aktivitesini %53,84’e kadar arttırdığını tespit etmiştir. Mevcut sonuçlar kapsül haline getirilen maya hücrelerinin, içerdiği antioksidanların DPPH radikal süpürücü aktivitesi üzerine etkilerini önemli derecede arttırdığını rapor etmişlerdir. Bu sayede, maya hücresinin duvarı DPPH radikal süpürücü aktivitesini

etkilemediğini aksine, mikroenkapsüle edilenlerin DPPH radikal süpürücü aktivitesi enkapsüle edilmeyen resveratrol'dan daha güçlü olduğunu belirtmişlerdir. Ancak örnekler depolanmadığından dolayı bu çalışma ile kıyaslamak mümkün olmamıştır. Kapsülün doğası gereği salınımı anlamak için depolama yapılması gerekmektedir. Yapılan bir diğer çalışmada ise, inaktif edilmiş maya hücresi katılarak üretilen bisküvi ile maya ilave edilmemiş bisküvilerin DPPH giderme aktivitesi araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, inaktif maya içeren bisküvilerin DPPH giderme aktivitesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Öztürk ve ark., 2017). Konar (2008), yapmış olduğu bir çalışmada domates karotenoidlerinden likopeni farklı düzeylerde kullanarak yenilebilir sütlü buz üretmiştir ve hazırladığı örnekleri 0, 7, 14 ve 21 gün depolamıştır. Antioksidan aktivitelerinin kontrolü için DPPH testini kullanmıştır. Depolanan örneklerin DPPH yüzdeleri incelediğinde, depolama süresince antioksidan aktivitelerinde azalma olduğunu rapor etmiştir. Erdoğan (2013), tarafından yapılan bir çalışmada ise, nar kabuğundan ekstrakte fenolik birleşikler enkapsüle edilerek dondurmalara katılmıştır. DPPH analiz sonuçlarında dondurmaya ağırlıkça %3 oranında ilave edilen enkapsüle fenolik birleşiklerin DPPH değerlerinin %1 oranında ilave edilen enkapsüle fenolik birleşiklerden 3 kat daha yüksek olduğunu tespit edilmiştir.

FCR ile toplam fenolik madde tayininde, örneklerin fenolik madde miktarları 100 g örnekte GAE olarak verilmiştir. Örneklerin 150 günlük depolanması boyunca maya ilave edilen ve maya ilave edilmeyen örneklerin toplam fenolik madde miktarları karşılaştırıldığında her parametrede maya içeren örneklerin daha yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince örnek gruplarının kendi içlerindeki fenolik madde miktarının değişimi incelendiğinde her iki gruptaki örneklerinde fenolik madde içeriğinde 0. günden itibaren anlamlı azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir ($P < 0,05$). Bu durum polifenollerin oksitlenmesine ve ileride daha yüksek bir antioksidan aktiviteye sahip oligomerleri oluşturmak üzere polimerize olmasına bağlanmıştır (Di Mattia ve ark., 2009).

Spigno ve ark. (2013), yapmış olduğu çalışmada üzüm posasına enkapsülasyon işlemi uygulayıp fındık ezmesine ilave ederek ezmelerin antioksidan aktivitesini

artırmayı amaçlamışlardır. Ezmelerin toplam fenolik madde içeriğinde bir artış meydana gelmesine rağmen bunu bir azalma takip etmiştir. Bu araştırma, bizim çalışmamızla farklılık göstermektedir çünkü yapmış olduğumuz analizlerde örneklerin toplam fenolik miktarında azalma gözlenmiştir. Bunun nedeni de bu çalışmada yüksek fenol içeriğine sahip olduğu bilinen üzüm posası ile çalışılmasıdır ve elde edilen veriler üzüm posası için beklenen bir durumdur. Boranbayeva (2011), yapmış olduğu çalışmada karadut konsantresini farklı sıcaklıklarda 8 ay boyunca depolayarak fenolik madde miktarındaki değişimleri gözlemlemiştir. Depolanan ürünlerde fenolik madde içeriğinde gözlenen azalmaya sürenin etkisi 5 °C’de önemli görülmezken, 20 °C’de 2. aydan sonra istatistiksel açıdan önemli azalmalar bulunmuştur. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada da aynı grup içinde yer alan örnekler oda sıcaklığında (25 °C) depolanmış ve toplam fenolik madde içeriğindeki azalma istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ve bu bulgular ile uyumludur. Doğal bir antioksidan olan biberiye tozunun ve üzüm çekirdeği tozunun çikolatanın antioksidan aktivitesine etkilerinin incelenmesi amaçlanan bir çalışmada da biberiye ve üzüm çekirdeği tozu barındıran çikolataların normal çikolatalar ile karşılaştırıldığında daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir (Özgen, 2010). Literatürdeki çeşitli çalışmalarda kakolu ürünler için belirlenen antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarlarının farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu farklılık, kakao çekirdeklerinin kaynağına, ürünün formülasyonuna, proses koşullarına, analizde kullanılan ekstraksiyon çözücüsünün cinsine, ekstraksiyon prosedürüne ve toplam fenolik madde içeriğinin ifade edildiği fenolik bileşik maddenin cinsine (gallik asit, kateşin, askorbik asit v.b) bağlı olduğu rapor edilmiştir (Cooper ve ark., 2007). Örnek olarak, Waterhouse ve ark. (1996), hacimce %70 metanolle ekstraksiyon sonrası bitter çikolata için toplam fenolik madde miktarını 8.4 mg GAE/g olarak tespit etmiştir ve aynı analiz metodunun kullanıldığı bu çalışmada ekstraksiyon işlemi hacimce %70 aseton kullandığında ise bitter çikolata için toplam fenolik madde miktarı 9.60 mg GAE/g olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar arasındaki farkın, ekstraksiyon çözücüsünün farklı olmasının yanında kakao çekirdeklerinin kaynağı, ürünün formülasyonu ve proses koşullarının da farklı olabilemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) yönteminde sonuçlar mg FeSO₄/100 g olarak verilmiştir. Depolama süresi boyunca 30. günden itibaren maya içermeyen grubun FRAP değerlerinde azalma olmasına rağmen maya içeren grupta artma meydana gelmiştir. Maya içeren ve maya içermeyen grupların FRAP değerleri karşılaştırıldığı maya içeren örneklerin FRAP değerlerinin depolama boyunca daha yüksek olduğu gözlenmiştir (P<0,05). Bu durum beklenen bir sonuçtur çünkü maya içerisindeki antioksidanlar krema içerisine salınarak FRAP değerine katkı sağlamış olabilir. FRAP ile toplam fenolik madde arasındaki korelasyon beklendiği gibi çıkmamıştır (Tablo 5.1). Bunun nedeni maya hücresi GSH'inin ve proteinlerinin demir iyonlarını bağlama özelliğinden kaynaklanmış olabilir.

Cerit ve ark. (2016) beyaz çikolataların fonksiyonel özelliğini arttırmak adına yaptıkları bir çalışmada beyaz çikolata formülasyonuna %2 oranında kızılcık, ıspanak ve polen eklemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre polen, kızılcık ve ıspanak tozları beyaz çikolatanın antioksidan aktivitesini önemli derecede arttırdığını gözlemlemişlerdir. Sütlü ve bitter çikolataların antioksidan değerlerinin tespit edildiği diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında tespit ettiği antioksidan aktivite (FRAP) değerinin dikkati çekecek oranda yüksek olduğu söylenebilir.

Sonuçlar kapsül haline dönüştürülmüş maya hücresinin depolama süresi boyunca beklenen davranışı gösterdiği ve antioksidan içeriğinin kakaolu fındık kremalarına salındığı düşüncesini oluşturmaktadır. Mikroenkapsüle edilen herhangi bir enkapsüle maddenin depolama süresince antioksidan aktivitesinde değişim beklentisi de bu yöndedir.

Troloks kalibrasyon eğrisi kullanılarak, örneklerin CUPRAC değerleri mg troloks/100 g olarak belirlenmiştir. Yüz elli günlük depolama sonunda bütün grupların CUPRAC değerlerinde önemli derecede azalma olmadığı gibi 120. ve 150. günlerde değerlerde artış olduğu gözlenmiştir. Maya içeren ve içermeyen örneklerin CUPRAC değerleri incelendiğinde maya içeren örneklerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0,05).

Demircan (2016), yapmış olduğu çalışmada elma kabuklarından ekstrakte ettiği fenolik birleşikleri enkapsüle ederek kefirin içerisine katarak fonksiyonel bir gıda elde etmiştir. Bu çalışmada enkapsüle edilen elma kabuklarının kefir içine katılmadan ve katıldıktan sonra gerçekleştirilen CUPRAC analiz değerlerinin 1,81 mg/g'dan 0,74 mg/g'a düştüğü rapor edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise, inaktif maya hücreleri bisküvilere ilave edilerek kontrol (mayasız) bisküvileri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, maya içeren örneklerin CUPRAC değerlerinin kontrol örneklerinden daha yüksek olduğunu göstermiştir (Öztürk ve ark., 2017).

Maya içeren örneklerde GSH içeriği, HPLC cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin GSH içerikleri kalibrasyon eğrileri yardımıyla hesaplanmıştır ve depolama süresi sonunda örneklerin GSH miktarında istatistiki olarak önemli azalmalar gözlenmiştir. Depolamanın sonuna doğru yani 120. güne kadar kapsül haline getirilmiş maya hücresi içindeki GSH ortama kontrollü bir şekilde salınmış ve 120. günden sonra maya hücresinin duvarının koruyucu özelliğinden yoksun hale gelen GSH'in oksidasyona uğradığı düşünülmüştür. Ayrıca aktif ve inaktif mayaların GSH miktarlarına bakıldığında aktif mayanın inaktivasyon sonrasında GSH miktarında anlamlı azalmalar olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Bu kaybın sebebi aktif mayanın inaktif hale getirilirken uğramış olduğu yüksek sıcaklık (140 °C) olduğu düşünülmüştür. Diğer bir değişle inaktivasyon sürecinde mayanın maruz kaldığı sıcaklık ve oksijen, GSH moleküllerine zarar vermiş olabilir.

Öztürk ve ark. (2017), yapmış oldukları bir çalışmada inaktif maya ve saf GSH (%98) ilave ederek bisküvi üretmişlerdir. Elde ettikleri verilere göre örneklerin fırımlandıktan sonra GSH miktarında azalmalar meydana geldiğini saptamışlardır ve bunun nedeninin bisküvilerin maruz kaldığı yüksek pişirme sıcaklığı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca inaktif mayanın ve saf GSH'in, başlangıçta aynı miktarda GSH barındırmasına karşın son üründe inaktif maya içeren örneklerin GSH miktarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumun sebebinin maya hücre duvarınının yüksek sıcaklığa dayanıklı oluşunun hücre içindeki GSH'in korunmasını sağladığından dolayı olduğu düşünülmüştür. Bu çalışma, bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. Gümüşay ve ark. (2015), yapmış olduğu

çalışmada domates ve zencefil örneklerini termal olarak kuruttuklarında GSH miktarında önemli kayıplar meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yine bir başka çalışmada, insan sütü ısıtılma maruz bırakıldığında GSH seviyesinde anlamlı azalmalar olduğu tespit edilmiştir (Silvestre ve ark., 2008).

Tablo 5.1. Mayalı örneklerin antioksidan içerikleri arasındaki korelasyon.

Korelasyon	r ²
Toplam Fenolik Madde - DPPH	0,4295
Toplam Fenolik Madde - FRAP	0,5693
Toplam Fenolik Madde - CUPRAC	0,0008
GSH - DPPH	0,0212
GSH - Toplam Fenolik Madde	0,4055
GSH - CUPRAC	0,0814

Yapmış olduğumuz çalışmada, tiyol ve CUPRAC arasındaki korelasyon beklenenin aksine oldukça düşük tespit edilmiştir ($r^2 = 0,0814$). Bu zayıf korelasyon örneklerdeki toplam fenolik maddeye göre GSH miktarının daha düşük olmasından dolayı kaynaklanmış olabilir. Benzer biçimde, bazı bitki örneklerinin toplam fenolik madde değerleri ve toplam antioksidan aktivite değerleri arasında zayıf korelasyon tespit edilen çalışmalar mevcuttur (Kamiloğlu ve ark., 2014). Ayrıca GSH ile DPPH arasındaki korelasyon da zayıf bulunmuştur (Tablo 5.1).

Depolanan kakaolu fındık kreması örneklerinin TBA sayıları hesaplanmış ve sonuçlarda örneklerin kendi grupları içerisindeki TBA sayılarının başlangıç anından itibaren arttığı gözlenmiştir ve fark istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Depolama süresince TBA sayılarında artış olmasına rağmen mayalı örneklerde her parametrede TBA miktarı kontrole göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi GSH'in yağ oksidasyonunu bir miktar engellediğinden dolayı olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalarda yağlı gıdalarda TBA değerinin arttığı gözlenmiştir (Gamlı, 2009)

Cengiz (2013), yaptığı çalışmada demir eksikliği anemisine sahip bireyler için alternatif yeni bir ürün üretmek amacıyla enkapsüle demir bileşiklerini kakaolu fındık ezmesine ilave etmiştir. Depolama süresi, enkapsülasyon işlemi ve enkapsülasyon yönteminin çeşitliliği ürünlerin TBA absorbansını etkilediğini gözlemiştir ve depolama süresince TBA değerlerinin arttığını rapor etmiştir. İçerdiği demir bileşiklerinden dolayı yağların oksidasyona uğrayarak TBA sayısında artış olması beklenen bir durumdur bu nedenle bizim çalışmamızla paralellik göstermemektedir.

Yüz elli gün boyunca depolanan örneklerin kendi grupları arasındaki su aktivitesi (a_w) değerlerindeki değişimler önemsiz bulunurken maya içeren örneklerin, kontrol örneklerine göre daha düşük su aktivitesine sahip olduğu gözlemiştir ($P<0,05$). Bu durumun sebebi kakaolu fındık kreması içerisine katılan mayaların su aktivitesi değerlerini düşürmesinden dolayı olabilir.

Örneklerin CIE renk sistemine göre L^* , a^* ve b^* değerlerine bakıldığı zaman grupların kendi içlerindeki L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz kabul edilmiştir. Sarılığın bir göstergesi olan b^* değerinde de mayalı ve kontrol örnekleri karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiki olarak önemsizdir ($P<0,05$). Buna karşın aydınlığı (parlaklığı) ifade eden L^* değerlerinin mayalı örneklerde kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kırmızılığın göstergesi olan a^* değerine bakıldığında mayalı örneklerde kontrol örneklerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Mayalı örneklerde L^* değerlerinin yüksek olması ve a^* değerinin düşük olmasının nedeni katılan mayanın renk absorbans özelliğinden dolayı olduğu düşünülmüştür (Aksu, 2003; Jadhav ve ark., 2007).

Cengiz (2013) yapmış olduğu çalışmada kakolu fındık ezmelerinin depolama süresince renk değişimlerini incelemiştir. Araştırma bulgularına göre ezmelerin L^* ve a^* değerlerinde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar bulmuştur. Erdoğan (2013), çalışmasında mikroenkapsüle ettiği fenolik birleşikleri farklı yüzdelerde dondurmaya

ilave etmiştir. Mikroenkapsüle fenolik birleşiklerin yüzdesi arttıkça örneklerin L* değerinin arttığını gözlemlemiştir.

Duyusal analiz sayesinde ürünlerin tüketilebilirliği saptanmaktadır. Bu çalışmada Sakarya Üniversitesi'nde bulunan öğretim üyesi ve yüksek lisans/doktora öğrencileri arasından seçilen panelistler ile duyusal analiz yapılmıştır. Duyusal analizde renk değerleri grupların kendi içlerinde önemsizken mayalı örneklerin renk değerleri kontrol örneklerine göre daha yüksek yani daha kabul edilebilir olduğu ve istatistiki açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Panelistlerce kakaolu fındık kremaların görünüşünde, lezzetinde ve kokusunda hem depolama süresince hem de maya ilave edilmesiyle bir değişiklik olmadığı ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizde ağızda hissedilen yapışkanlık değerlerinin farkı depolama süresince kontrol örneklerinde anlamsızken maya içeren örneklerde panelist puan değerlerinde azalma olmuştur ve azalma istatistiki olarak önemlidir. Ayrıca maya içeren örneklerin ağızda hissedilen yapışkanlık kontrol örnekleriyle kıyaslandığında istatistiki olarak anlamlı farklılık vardır ve daha az kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir. Ağızda hissedilen doku (pürüzlülük) panelist puanlarının farkı ise grupların kendi içlerinde önemsiz olmasına karşın maya partikülleri kakaolu fındık kremasının dokusunu pürüzlü bir hale getirmesinden dolayı maya içeren örneklerin panelist puan değerleri kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında daha düşük olduğu ve bu farkın istatistiki olarak önemli olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma göstermiştir ki instant maya ısıtma işlemi ile kapsül hale getirilebilir ve gıdaların depolama süreleri boyunca oksidatif stabilitelerinin korunmalarına duyusal parametrelerde önemli değişiklikler yapmadan yardımcı olabilir. Ayrıca gerek protein gerek vitamin ve mineral açısından gerekse de çok kıymetli bir antioksidan olarak GSH açısından gıdalar zenginleştirilmiş olur.

KAYNAKLAR

- Açıköz, Z., Önenç, S. S. 2006. Fonksiyonel yumurta üretimi. *Hayvansal Üretim*, 47(1): 36-46.
- Açkurt, F., Özdemir, M., Biringen, G., Löker, M., 1999. Effect of geographical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 65: 309-313.
- Akdere, C. 2003. Fındık Yağı-Füzel Yağı Fraksiyonu Enzimatik Alkoliz Reaksiyonunun İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Akkuş, İ. 1995. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri., Mimoza Yayınları, Konya, 32-41.
- Aksu, Z. 2003. Reactive dye bioaccumulation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Process Biochemistry*, 10(1): 1437-1444.
- Alaşalvar, C. Shahidi, F., Liyanapathirana, C. M., Ohshima, T. 2003a. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.) 1. Compositional Characteristics, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(1): 3790-3796.
- Alaşarvar, C. Shahidi, F., Ohshima, T., Wanasundara, U., Yurttaş, H. C., Liyanapathirana, C. M., Rodrigues, F. B. 2003b. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.) 2. Lipid Characteristics and Oxidative Stability, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(1): 3797-3805.
- Albayrak, S. Sağdıç, O., Aksoy, A., 2010. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.
- Alfajara, C. G., Kanda, A., Shioi, T., Shimizu, H., Shioya, S., Suga, K. 1992. Effect of amino acids on glutathione production by *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl Microbiol Biotechnol*, 36:538-540.
- Aliyu-Paiko, M., Hashim, R., Shu-Chien A. C. 2012. Crude palm oil is a sustainable alternative to the growing fish oil scarcity particularly for the aquaculture of warm freshwater fish species. *Aquaculture Asia*, 30-36.
- Allen, J.C., Hamilton, R. J. 1983. *Rancidity in Food*. Applied Science Publishers, London, 59-66.

- Altuğ, T. 2001. Gıda Katkı Maddeleri. Meta Basım, Bornova, İzmir, 17-38.
- Anonim, 1986a. Codex Standart for Chocolate. The Manufacturing Confectioner, January, London.
- Anonim, 1986b. Preservatives: Antioxidants, Food Technology, 94-102.
- Anonim, 2001. The Basics of Color Perception and Measurement. Hunterlab Presents, Reston VA, USA, 56.
- Anonim, 2004a. Gıdaların Üretimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun, Kanun no:5179. Türk Gıda Kodeksi, Resmi Gazete Tarihi, No: 28/06/1995. 22327.
- Anonim, 2004b. Position of the American Dietetic Association: Funtional foods. Ada Reports.
- Anonim, 2006. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Şeker Tebliği, Yayımlandığı R. Gazete: 23.08.2006-26268. Tebliğ no: 2006/40.
- Anonim, 2009, <http://www.cargill.com.tr/wcm/groups/public/@csf/@turkey/documents/document/na3023032.pdf> , Erişim Tarihi: 13.04.2017.
- Anonim, 2013. <http://www.findikihracati.com/findik/findik-yaginin-faydalariny%D0%B0r%D0%B0rl%D0%B0ri-ve-zararlari-nelerdir.html> , Erişim Tarihi: 01.03.2016.
- Anonim, 2015. <http://www.nutella.com/tr/tr/tarihce.com.>, Erişim Tarihi : 29.03.2015.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaoğlu, B., Özyurt, D., 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12(7): 1496-1547.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E. 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7970-7981.
- Arvanitoyannis, I.S., Houwelingen-Koukaliaroglou M.V. 2005. Funtional foods: A survey of health Claims, pros and Cons, and Current Legislation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:385-404.
- Atamer M. 1993. Tereyağı Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 1313. Ankara, 88-90.
- Ayeleso, A.O. 2012. Influence of two plant products (red palm oil and rooıbos) on streptozotocin-induced hyperglycaemia and its implications on antioxidant status and other biochemical parameters in an animal model. Thesis submitted in

fulfilment of the requirements for the doctor of technology, Cape Peninsula University of Technology, Belville. 24-31.

- Baba, S., Natsume, M., Yasuda, A., Nakaruma, Y., Tamura, T., Osakabe, N., Kanegae, M., Kondo, K. 2007. Plasma LDL and HDL cholesterol and oxidized LDL concentrations are altered in normo- and hypercholesterolemic humans after intake of different levels of cocoa powder, *Journal of Nutrition*, 137: 1436-1441.
- Beckett, S.T. 2011. *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, Third edition, Published by Blackwell Science, United Kingdom, 12-24.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power" the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239(1): 70-76.
- Bishop, J. R. P., Nelson, G., Lamb, J. 1998. Microencapsulation in yeast cells. *Journal of Microencapsulation*. 15(6), 761–773.
- Blanquet, S., Garrait, G., Beyssac, E., Perrier, C., Denis, S., H'ebard, G., Alric, M. 2005. Effects of cryoprotectants on the viability and activity of freeze dried recombinant yeasts as novel oral drug delivery systems assessed by an artificial digestive system. *European Journal of Pharmaceutical Biopharmacy*, 61: 32–39.
- Blanquet, S., Marol-Bonnin, S., Beyssac, E., Pompon, D., Renaud, M., Alric, M. 2001. The biodrug concept: an innovative approach to therapy. *Trends Biotechnology*, 19: 393–400.
- Boranbayeva, T. 2011. Karadut Suyunda Biyoaktif Bileşikler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Botelho, P.B., Galasso, M.G., Dias, V., Mandrioli, M., Lobato, L.P., Rodriguez-Estrada, M.T., Castro, I.A. 2013. Oxidative stability of functional phytosterol-enriched dark chocolate. *LWT - Food Science and Technology*, 55 (2014): 444-451.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensm-Wiss.U. Technol*, 25-30.
- Carmel-Harel O., Storz G. 2000. Roles of the glutathione- and thioredoxin-dependent reduction systems in the *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae* responses to oxidative stress. *Annu Rev Microbiol* 54: 439–461.
- Cengiz, A. 2013. Demir Süfatın Lipozom Ve Emülsifikasyon Yöntemi İle Nanoenkapsülasyonu Ve Kakaolu Fındık Ezmesinde Kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

- Cerit, İ., Şenkaya, S., Tulukoğlu, B., Kurtuluş, M., Seçilmişoğlu, Ü. R., Demirkol, O. 2016. Enrichment of functional properties of white chocolates with cornelian cherry, spinach and pollen powders. *Gıda/The Journal of Food*, 41(5).
- Cervellati, R., Greco, E., Costa, S., Guerra, M.C., Speroni, E. 2008. A comparison of antioxidant properties between artisan-made and factory-produced chocolate. *International Journal of Food Science and Technology* 43(1): 1866–1870.
- Cnubben, N. H. P., Rietjens, I. M. C. M., Wortelboer, H., Van Zanden, J., Van Bladeren, P. J. 2001. The interplay of glutathione-related processes in antioxidant defense. *Environmental Toxicology and Pharmacology* , 141-152.
- Compoti, M. 1987. Glutathione depleting agents and lipid peroxidation in the aging rat. *Com Biochem Phys* 88(1): 177- 180.
- Cooper, K. A., Campos-Gimenes, E., Jimenez Alvarez, D., Nagy, K., Donovan, J. L., Williamson, G. 2007. Rapid reversed phase ultra performance liquid chromatography analysis of the major cocoa polyphenols and inter-relationships of their concentration in chocolate. *Journ. Of .Agric. and Food Chem.* 55(1): 2841- 2847.
- Çapanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacıoğlu, D., Hall, R., De Vos, R. 2008. Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3): 964-973.
- Çapanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacıoğlu, D., Hall, R., De Vos, R. 2008. Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3): 964-973.
- Dardelle, G., Normand, V., Steenhoudt, M., Bouquerand P.E, Chevalier, M., Baumgartner, P. 2007. Flavour-encapsulation and flavour-release performances of a commercial yeast-based delivery system. *Food Hydrocolloids*, 21(1): 953–960.
- Deeth, H. C., Fitz-Geralds, C. H. 1995. Lypolytic Enzymes and Hydrolytic Rancidity in Milk an Milk Products: *Advanced Dairy Chemistry. Advanced Dairy Chemistry-2: Lipids*, 2(1): 247-333.
- Demircan, E. 2016. Elma Kabuklarından Elde Edilen Fenolik Bileşiklerin Lipozom İle Enkapsülasyon. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü. Yüksek Lisans Tezi.
- Demirkol , O., Adams, C., Ercal, N. 2004. Biologically Important Thiols in Various Vegetables and Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 8151–8154.
- Demirkol , O., Cagri-Mehmetoglu, A., Qiang, Z., Ercal, N., Adams, C. 2008. Impact of Food Disinfection on Beneficial Biothiol Contents in Strawberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(1): 10414–10421.

- Demirkol, O., Ercal, N. 2011. Glutathione, in Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods. Editörler: Nollet, L.M.L., Toldra, F. CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, Fl, USA, 69-81.
- Di Mattia, C.D., Sacchetti, G., Mastrocola, D., Pittia, P. 2009. Effect of phenolic antioxidants on the dispersion state and chimica stability of olive oil O/W emulsions. Food Res. Int. 42(1): 1163–1170.
- Diantika, F., Sutan, S. M., Yulianingsih, R. 2014. The Effect of Extraction Duration and Concentration of Ethanol Solvent to the Extraction of Cocoa Beans (*Theobroma cacao* L) Antioxidant. Jurnal Teknologi Pertanian, 15(3): 159-164.
- Efraim, P., Marson, G. C., Jardim, D. C. P., Garcia, A .O., Yotsuynagi, K. 2011. Influence of phytosterols addition in the rheology and sensory attributes of dark chocolate. Procedia Food Science, 1633 – 1637.
- Egan, H., Kirk, R. S., Sawyer, R. 1981. Oils and Fats, Pearson's Chemical Analysis of Foods. Ed. Egan H. Churchill Livingstone, Edinburg, 534--539.
- Ekşi, A. 2005. Bilimsel ve yasal açıdan gıdaların fonksiyonelliği. Gıda Kongresi, İzmir, 6-12.
- Ercoskun, A. 1987. Halk Sağlığı, Çevre Sağlığı, ve Gıda Maddeleri Mevzuatı. Fon matbaası. Ankara, 1-154.
- Erdoğan, F. 2013. Mikroenkapsüle Edilen Nar Kabuğu Fenolik Birleşiklerinin Dondurma Üretiminde Kullanılma Olanaklarının Araştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Esen, A. 2004. Fındık Yağı-Metanol Enzimatik Alkoliz Reaksiyonunun İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 5-6.
- Fattore, E., Fanelli, R. 2013. Palm oil and palmitic acid: a review on cardiovascular effects and carcinogenicity. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 64(5), 648–659.
- Fowler, M. S. 1999. Cocoa Beans: From Tree to Factory in Industrial Chocolate Manufacture and Use, third edition. 8-35.
- Frank, N. E. G., Albert, M. M. E., Laverdure, D. E. E., Paul K. 2011. Assessment of the quality of crude palm oil from smallholders in Cameroon. Journal of Stored Products and Postharvest Research, 2(3):52-58.
- Gamlı, Ö. F. 2009. Krem Yapılı Antepfıstığı Ezmesi Üretiminde Antepfıstığı Miktarının Ve Depolama Koşullarının Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri., Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

- Garti, N. 2001. Food emulsifiers and stabilizers. Alınmıştır: Food Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical and Microbiological Changes. Ed. N.A. Eskin ve D.S. Robinson. CRC Press. 222-229.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., Saurel, R. 2007. Application of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Res. Int.* (40): 1107–1121.
- Gu, L., House, S. I., Wu, X., Ou, B., and Prior, R. L., 2006. Procyanidin and catechin contents and antioxidant capacity of cocoa and chocolate products, *Journ. Agric. And Food Chem.*, 54. 4057-4061.
- Gutteridge J. M. C. 1981. Thiobarbituric acid--reactivity following iron--dependent free--radical damage to amino acids and carbohydrates. *FEBS Letters*, 128: 343-346.
- Gülçin, İ., Şat, İ. G., Beydemir, Ş., Elmastaş, M., Küfrevioğlu, Ö. İ. 2004. Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia Caryophyllata* Thunb) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L). *Food Chemistry*, 87(1): 393-400.
- Gümüşay, Ö. A., Borazan, A. A., Ercal, N., Demirkol, O. 2015. Drying effects on the antioxidant properties of tomatoes and ginger. *Food chemistry*, 173(1): 156-162.
- Gürgün, V., Halkman, K. 1990. Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın no:7. Ankara.
- Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. 1999. Free radicals in biology and medicine. New York: Oxford University Press, 936.
- Hancock, B. L., Fowler, M. S. 1994. Cocoa Bean Production and Transport, in *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, second edition, 8-24.
- Hasler, C. M. 2000. The Changing Face of Functional Foods in *J. Am. Coll. Nutr.* 19(5): 499–506.
- Haylock, S. J., Dodds, T. M. 1999. Ingredients from milk. In S. T. Beckett (Ed.), *Industrial chocolate manufacture and use*. (3rd ed.). Blackwell Science, 137-152.
- Heiss, C., Dejam, A., Kleinbongard, P., Schewe, T., Sies, H., Kelm, M. 2003. Vascular effects of cocoa rich in flavan-3-ols. *Journal of America Medical Association*, 290: 1030-1031.
- Hui, Y. H., 1992. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Wiley-Interscience Publication, 1343-1604.
- International Food Information Council (IFIC) Foundation, 2004. Background on functional Foods, February.

- Ivanova, E., Tenou, E., Poncelet, D. 2005. Encapsulation of water sensitive products: Effectiveness and assessment of fluid bed dry coating. *Journal of Food Engineering*, 71(1): 223-230
- Jadhav, J. P., Parshetti, G. K., Kalme, S. D., Govind war S. P. 2007. Decolourization of azo dye methyl red by *Saccharomyces cerevisiae* MTCC 463. *Chemosphere*, 68: 394-400.
- Jeffrey, M. S. 1993. Key functional properties of sucrose in chocolate and sugar confectionery, *Food Technology*, 47(1): 141-144.
- Jiménez-Colmenero, F., Carball, J. Cofrades, S. 2001. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59: 5-13.
- Jones, D. P., Coates, R. J., Flagg, E. W., Eley, J. W., Block, G., Greenberg, R. S., Jackson, B. 1992. Glutathione in foods listed in the National Cancer Institute's health habits and history food frequency questionnaire, *Nutrition and Cancer*. 57-75.
- Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S., Bauer, F. 2007. The effect of dried galangal powder and its ethanolic extracts on oxidative stability in cooked ground pork. *LWT*, 40(1): 324-330.
- Kamiloğlu, S., Demirci, M., Selen, S., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Capanoglu, E. 2014. Home processing of tomatoes (*Solanum lycopersicum*): effects on in vitro bioaccessibility of total lycopene, phenolics, flavonoids, and antioxidant capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(11), 2225-2233.
- Karpinska, M., Borowski, J., Danowska-Oziewicz, M. 2001. The use of natural antioxidants in ready to serve food, *Food Chemistry*, 72(1): 5-9.
- Kiriş, S., Velioglu, S., 2001. Hiperbesleyici gıdalar, *Bilim ve Teknik*, 401: 56-57.
- Koç, M., Sakin, M., Ertekin, F. K. 2010. Mikroenkapsülasyon ve Gıda Teknolojisinde Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 16(1), 77-86.
- Konar, N. 2008. Domates Karotenoidlerinden Likopenin Doğal Renklendirici Ve Antioksidan Olarak Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanımı., *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Korhonen, H. 2002. Technology options for new nutritional concept. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2): 79-87.
- Kris-Etherton, P. M., Keen, C. L. 2002. Evidence that the antioxidant flavanoids in tea and cocoa are beneficial for cardiovascular health. *Current Opinion in Lipidology*, 13: 41-49.

- Kristensen D., Hansen E., Arndal A., Trinderup R. A., Skibsted L. H. 2001. Influence of light and temperature on the colour and oxidative stability of processed cheese. *Int. Dairy J.*, 11. 837-843.
- Kunz, B., Kruckeberg, S. Weissbrodt, J. 2003. Chancen und grenzen der mikroverkapselung in der modernen lebensmittelverarbeitung. *Chem.-Ing.-Tech.* (75), 1733-1740.
- Kutay, H. 2001. Ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*)'nın çeşitli methodlar ile immobilizasyonu. Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kwak, N. S., Jukes, D. J. 2001. Functional foods. Part 1: the development of regulatory concept. *Food Control*, 12: 99-107.
- Li, Y., Wei, G.Y., Chen J. 2004. Glutathione: a review on biotechnological production. *Appl Microbiol Biotechnol*, 66: 233-42.
- Love, J., Schafer, E., Nelson, D. 2000. What you need to know about... new food word phytochemicals, funtional foods, and nutraceuticals. Iowa State University of Science and Tecnology, Ames, Iowa. File: FN-1.
- Macit, S., Şanlıer, N. 2014. Palm Yağı ve Sağlık. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 2/1. 13-20
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., Desobry, S. 2006. Flavour encapsulation and controlled release- a review. *Int. J. Food Sci. Tech.* (41): 1–21.
- Magalhães, L. M., Segundo, M. A., Reis, S., Lima, J. L. 2008. Methodological Aspects About In Vitro Evaluation Of Antioxidant Properties. *Analytica Chimica Acta*, 613(1): 1-19.
- Makoto, T., Takano, H., Osakabe, N., Yasuda, A., Inoune, K., Yanagisawa, R., Ohwatari, T., Uematsu, H. 2007. Dietary supplementation with cacao liquor proanthocyanidins prevents elevation of blood glucose levels in diabetic obese mice. *Nutrition*, 23(1): 351-355.
- Manda, K. R., Adams, C., Ercan, N. 2010. Biologically important thiols in aqueous extracts of spices and evaluation of their in vitro antioxidant properties. *Food Chemistry*, 589–593.
- Marriott, B. M. 2000. Funtional foods: An ecologic perspective. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(1): 1728-1734.
- May, M. J., Vernoux, T., Leaver, T., Van Montagu, M., Inzé, D. 1998. Glutathione homeostasis in plants: implication for environmental sensing and plant development, *J. Exp. Bot.*, 49(1): 649–667
- Mazza, G., 1998. Functional Foods. Biochemical & Processing Aspects. Technomic Publishing Co. Lancaster/Basel, 1-331.

- Meister, A., Anderson, M. E. 1983. Glutathione. Annual review of biochemistry, 52(1), 711-760.
- Melo, L., Childs, J. L., Drake, M., Bolini, H. M. A., Efraim, P. 2010. Expectations and acceptability of diabetic and reduced-calorie milk chocolates among nondiabetics and diabetics in the USA. J Sens Stud., 25(1): 133-52.
- Minifie, B. W., 1989. Chocolate, Cocoa, Confectionery: Science and Technology. Third Edition, Chapman and Hall, New York.1-903
- Mitchel, J. B., Russol, A. 1987. The role of glutathione in radiation and drug induced cytotoxicity. The British journal of cancer. Supplement, 55(1): 96-104.
- Mukherjee, S., Mitra, A., 2009. Health Effects of Palm Oil. J Hum Ecol, 26(3), 197-203.
- Nebesny, E., Żyżelewicz, D., Motyl, I., and Libudzisz, Z. 2004. Properties of Sucrose-Free Chocolates Enriched with Viable Lactic Acid Bacteria. European Food Research and Technology, 220(4): 358-362.
- Nelson, G. 2002. Application of microencapsulation in textiles, International Journal of Pharmaceutics, 242(1-2), 55-62.
- Nielsen, S. S. 1998. Food Analysis. Rheological Principles for Food Analysis, Second Edition, 1-602.
- Normand, V., Dardelle, G., Bouquerand, P. E., Nicolas, L., Johnston, D. J. 2005. Flavor encapsulation in yeasts: limonene used as a model system for characterization of the release mechanism. Journal of agricultural and food chemistry, 53(19): 7532-7543.
- Onurlubaş, H. E., Kızılaslan, H. 2007. Türkiye’de Bitkisel Yağ Sanayindeki Gelişmeler ve Geleceğe Yönelik Beklentiler, Türkiye Araştırma Enstitüsü, Ankara, 1-76.
- Oraby, M. M., Allababidy, M. T., Ramadan, E. M. 2014. Enhancement of antioxidant glutathione production by *Saccharomyces cerevisiae* scc growing under stressful condition. International Journal of Microbiological Research, 5(1): 160-165.
- Özçelik, B., Şanes, A. 2006. Kalorisi Ve Yağ Miktarı Azaltılmış Fonksiyonel (diyet) Sucuk Üretimi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özdemir, F., Akıncı, İ. 2004. Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. Journal of Food Engineering, 63(1): 341-347.
- Özdemir, F., Topuz, A., Doğan, Ü., Karkacıer, M. 1998. Fındık çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Gıda Dergisi (GTD), 23(1): 37-41.

- Özdemir, M. 2003. Fındık hasatı ve hasat sonrası işlemleri ile fındık işleminde kritik kontrol noktaları tehlike analizi. *Gıda Dergisi (GTD)*, 28(1): 5-12.
- Özgen, Ö. 2010. Biberiye (*Rosmarinus Officinalis*) VE ÜZÜM Çekirdeği (*Vitis Vinifera*)'nin Çikolatanın Kristalizasyonuna, Reolojik Özelliklerine, Raf Ömrüne ve Antioksidan Aktivitesine Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özilgen, M., Özdemir, M. 2001. A review on grain and nut deterioration and design of the dryers for safe storage with special reference to Turkish hazelnut. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41(2): 95-132.
- Öztürk, S., Demirkol, S., Cerit, İ., Mutlu, S. 2017. Enrichment of cookies with glutathione by inactive yeast cells (*Saccharomyces cerevisiae*): Physicochemical and functional properties. Elsevier Editorial System(tm) for Journal of Cereal Science, 1-6.
- Paas, E., Pierce, G. 2002. An Introduction to Functional Foods, Nutraceuticals and Natural Health Products. National Centre for Agri-Food Research in Medicine.
- Pannell, N.A. 1990. Microbial encapsulation., European patent, 242: 135.
- Parcerisa, J., Richardson, D. G., Rafecas, M., Codony, R. Boatella, J. 1998. Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). *Journal of Chromatography A*, 805(1): 259-268.
- Pastore, A., Federici, G., Bertini, E., Piemonte, F. 2003. Analysis of glutathione: implication in redox and detoxification. *Clin Chim Acta* 333(1): 19-39
- Pearson, D. A., Paglieroni, T. G., Rein, D., Wun, T., Derek, D. S., Wang, J. F., Holt, R. R., Gosselin, R., Schmitz, H. H. and Keen, C. L. 2002. The effects of flavanol-rich cocoa and aspirin on ex-vivo platelet function. *Thrombosis Research*, 106(1): 191-197.
- Pritchard, J. L. R. 1991. Analysis and Properties of Oilseeds, in *Analysis of Oilseeds, Fats and Fatty Foods*, Eds. Rossell, J. B. and Pritchard, J. L. R., Elsevier Applied Science, London and New York. 127: 80
- Qiang, Z., Demirkol, O., Ercal, N., Adams, C. 2005. Impact of Food Disinfection on Beneficial Biothiol Contents in Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(1): 9830-9840.
- Ramljak, D., Romanczyk, L. J., Barlow, L. J., Thompson, N., Knezevic, V., Galperin, M., Ramesh, A., Dickson, R. B. 2005. Pentameric procyanidin from *Theobroma cacao* selectively inhibits growth of human breast cancer cells. *Molecular Cancer Therapy*, 4: 537-546.
- Reed, D. J. 2000. Mechanisms of chemically induced cell injury and cellular protection, (E. Hodgson; R.C. Smart, Editörler). *Introduction to biochemical toxicology*. United States of America: Wiley and Sons Incs. 221-253.

- Reilly, C. 1998. Se: A New Entrant Into the Functional Food Arena in Trends Food Sci. Technol. 9(1): 114–118.
- Rein, D., Paglieroni, T. G., Wun, D., Pearson, D. A., Schmitz, H. H., Gosselin, R. Keen, C. L. 2000. Cocoa inhibits platelet activation and function. American Journal of Clinical Nutrition, 72(1): 30-35.
- Roberfroid, M. B., 2002. Global view functional foods: European perspective. British Journal of Nutrition, Suppl.2. 88(1): 133-138.
- Seyhan, F. G. 2002. Properties and thermal inactivation kinetics of lipase and peroxidase from hazelnut in relation to natural hazelnut meal stability. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Shahidi, F. S., Wanasundara, P. D. 1992. Phenolic Antioxidants, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 32 (1): 67-103.
- Shi, G., Rao, L., Yu, H., Xiang, H., Pen, G., Long, S. I., Yang, C. 2007. Yeast-cell-based microencapsulation of chlorogenic acid as a water-soluble antioxidant. Journal of Food Engineering, 80(4): 1060-1067.
- Shi, G., Rao, L., Yu, H., Xiang, H., Yang, H., Ji, R. 2008. Stabilization and encapsulation of photosensitive resveratrol within yeast cell. International Journal of Pharmaceutics, 349(1): 83-93.
- Shrikhande, A. J. 2000. Wine by-products with health benefits. Food Research International, 33(1): 469-474.
- Sies, H. 1999. Glutathione and its role in cellular functions. Free Radic Biol Med 27(1): 916-921
- Silvestre, D., Miranda, M., Muriach, M., Almansa, I., Jareño, E., Romero, F. J. 2008. Antioxidant capacity of human milk: effect of thermal conditions for the pasteurization. Acta Paediatr. 97(1): 1070–1074.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis Of Total Phenols And Other Oxidation Substrates And Antioxidants By Means Of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods Enzymol, 299: 152-178.
- Spigno, G., Donsì, F., Amendola, D., Sessa, M., Ferrari, G., De Faveri, D. M. 2013. Nanoencapsulation systems to improve solubility and antioxidant efficiency of a grape marc extract into hazelnut paste. Journal of Food Engineering, 114(2): 207-214.
- Stephen, D. W., Jamieson, D. J. 1996. Glutathione is an important antioxidant molecule in the yeast, FEMS Microbiology Letters, 141(1): 207-212
- Stone, C. 1998. Yeast Products in the Feed Industry. Diamond V Mills, Inc. Cedar Rapids, Iowa, 3-15.

- Şimşek, A., Aslantaş, R. 1999. Fındığın bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi. *Gıda Dergisi (GTD)*, 24(3): 209-216.
- Tesoriere, L., Fazzari, M., Allegra, M., Livrea, M.A. 2005. Biothiols, taurine, and lipid-soluble antioksidants in the edible pulp of Sicilian cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits and changes of bioactive juice components upon industrial processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(1): 7851-7855.
- Udeh, K. O., Achremowicz, B. 1997. High-glutathione containing yeast *Saccharomyces cerevisiae*: optimization of production. *Acta Microbiologica Polonica*, 46(1),105-114.
- Viaene, J., Januszewska, R. 1997. Sensory Analysis of Leading Chocolate Brands in Belgium, The United Kingdom and Poland. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 9(1): 63-76.
- Vinson, J. A., Proch, J., Zubik, L. 1999. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Cocoa Dark Chocolate and Milk Chocolate. *J. Agric. Food Chem.*, 47 (12): 4821-4824.
- Wahid, M.B., Abdullah, S. N. A., Henson I. E. 2004. Oil Palm-Achievements and Potential. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia.*
- Waterhouse, A. L., Shirley, J. R., Donovan, J. L. 1996. Antioxidant in chocolate. *The Lancet*, 348- 834.
- Wei, G., Li, Y., Du, G., Chen, J. 2003. Effect of surfactants on extracellular accumulation of glutathione by *Saccharomyces cerevisiae*. *Process Biochem*, 38(8): 1133-1138.
- Wen, S., Zhang, T., Tan, T. 2004. Utilization of amino acids to enhance glutathione production in *Saccharomyces cerevisiae*. *Enzyme and Microbial Technology*, 35(6-7): 501–507.
- Winters, R., Zukowski, J., Ercal, N., Matthews, R. H., Spitz, D. R. 1995. Analysis of glutathione, glutathione disulfide, cysteine, homocysteine, and other biological thiols by high-performance liquid chromatography following derivatization by N-(1-pyrenyl) maleimide. *Anal. Biochem*, 22(1): 14-21.
- Włodek, L. 2002. Beneficial and harmful effects of thiols. *Pharmacol. Reports*, 54(1): 215–223
- Wu, G., Fang, Y. Z., Yang, S., Lupton, J. R., Turner, N. D. 2004. Glutathione metabolism and its implications for health. *The Journal of nutrition*, 134(3): 489-492.

- Yanbeyi, S. 1999. Aspirin ve antioksidant buthylated hydroxyanisole'ün tavşanlarda eritrosit total katalaz, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz aktiviteleri üzerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Doktora Tezi.
- Zhang, T., Wen, S., Tan, T. 2007. Optimization of the medium for glutathione production in *Saccharomyces cerevisiae*. Process biochemistry, 42(3): 454-458.
- Ziegler, D. M. 1985. Role of reversible oxidation-reduction of enzyme thiols-disulfides in metabolic regulation. Ann Rew Biochem 1985; 54(1): 305-2229.

EKLER

Ek 1: Kakaolu fındık kremasının karıştırıcı ve menajör içerisindeki görüntüleri



Ek 2: Kakaolu fındık kremasının kavanozlara doldurulup etiketlendikten sonraki görüntüleri



Ek 3: Duyusal analiz test tablosu

MAYALI KAKAOLU FINDIK KREMASI ÖRNEKLERİ

Kalite Kriterleri	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Renk						
Görüntü						
Sürülebilirlik						
Lezzet						
Koku						
Ağızda hissedilen						
Yapışkanlık						
Doku(Pürüzlülük)						

MAYASIZ KAKAOLU FINDIK KREMASI ÖRNEKLERİ

Kalite Kriterleri	0.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün	120.Gün	150.Gün
Renk						
Görüntü						
Sürülebilirlik						
Lezzet						
Koku						
Ağızda hissedilen						
Yapışkanlık						
Doku(Pürüzlülük)						

*Puan Değerlendirmesini, 1-5 arasında gerçekleştiriniz.

PUAN	
1	Çok Kötü
2	Kötü
3	Orta
4	İyi
5	Çok İyi

ÖZGEÇMİŞ

Gamze Gül Yiğit, 10.10.1991'de Kocaeli'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli'de tamamladı. Neşet Yalçın Lisesi'nden 2010 yılında mezun oldu. Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne 2010 yılında başlayarak 2014 yılında bitirdi. Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine 2014 yılında başladı. Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki yüksek lisans eğitim-öğretim hayatını 2017 yılında tamamladı.