

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BADEM EZMESİNDE KALİTE VE RAF ÖMRÜNÜN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Müh. Esra ÇAPANOĞLU

Anabilim Dalı: GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

AĞUSTOS 2002

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BADEM EZMESİNDE KALİTE VE RAF ÖMRÜNÜN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra ÇAPANOĞLU

(506991001)

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

Programı: Gıda Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dilek BOYACIOĞLU

AĞUSTOS 2002

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, değerli fikirleriyle beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Dilek Boyacıoğlu'na teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma ve büyüklerime en derin teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamız sırasında gerek hammadde gerekse cihaz temini ile bizlere destek olan Sayın Alkan Büyükkapucu ve Sayın Halil Büyükkapucu'ya, katkı maddelerini temin etmemiz konusunda yardımcı olan Cargill Tarım San. ve Tic. A.Ş. Kalite Güvence Müdürü Sayın Birsen Kor'a, Polen Gıda San. ve Tic. A.Ş.'den Sayın Hande Erdoğan'a, Teknarom Gıda Katkı Maddeleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'nden Sayın Ülkü Çiftçi'ye, F. Hoffmann-La Roche Ltd.'den Sayın Cem Köylüoğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, Sayın Prof. Dr. Selma Türkay'a, mikrobiyoloji analizlerini gerçekleştirmemde yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Necla Aran'a ve Tek. Levent Dinçer'e, panellerime katılarak bana destek olan Prof. Dr. Artemis Karaali'ye ve Prof. Dr. Hikmet Boyacıoğlu'na ve yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili büyüklerim Yrd. Doç. Dr. Beraat Özçelik'e ve Gıda Yüksek Mühendisi Nalan Demir'e teşekkürlerimi sunarım.

Bana her zaman destek olan, sevgili arkadaşlarım ve panelistlerim Neşe Şahin, Dilara Nilüfer, Ebru Fıratlıgil Durmuş, Handegül Aytuna, Gözde Dalkılıç, Funda Karbancıoğlu Güler, Dilek Arduzlar, Gökhan Bingöl, Filiz Lokumcu, Tuğba G. Işın'a yardımlarını esirgemedikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Bu tezin yürütülmesi sırasında desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Aybars Güven'e, Erkin Cura'ya, Ahmet Öztürk'e ve Bora Derin'e de ayrıca teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmamı, tüm hayatım boyunca bana maddi, manevi destek olan sevgili anne ve babama, Tolga'ya ve Gizem'e, tüm arkadaşlarım ve dostlarıma ithaf ediyorum.

Ağustos, 2002

Esra ÇAPANOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	viii
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	3
2.1. Badem Ezmesi	3
2.2. Badem Ezmesinin Kompozisyonu	7
2.2.1. Badem	7
2.2.2. Şeker ve şeker şurupları	10
2.3. Raf Ömrünün Tanımlanması ve Uzatılması Çalışmaları	11
2.3.1. Raf ömrünün tanımı	11
2.3.2. Yağ ayrılması problemi ve stabilizatör kullanımı	13
2.3.3. Gıdalarda oksidasyon mekanizması ve oksidasyonun takibi	15
2.3.4. Gıdalarda kullanılan antioksidanlar, çeşitleri ve kullanım amaçları	19
3. MATERYAL VE METOT	22
3.1. Materyal	22
3.2. Metot	23
3.2.1. Kompozisyon ve karakterizasyon analizleri	23
3.2.1.1. Nem miktarı tayini	23
3.2.1.2. Kül miktarı tayini	24
3.2.1.3. Protein tayini	24
3.2.1.4. Yağ tayini	24
3.2.1.5. Toplam şeker tayini	24
3.2.1.6. Gaz kromatografisi ile yağ asidi kompozisyonunun tayini	24
3.2.2. Raf ömrünün takibi için yapılan analizler	25
3.2.2.1. Badem yağının ekstraksiyonu	25
3.2.2.2. Peroksit sayısı tayini	25
3.2.2.3. Serbest yağ asidi tayini	25
3.2.2.4. Ransimat analizi	25
3.2.3. Duyusal analiz	25
3.2.4. Mikrobiyolojik analiz	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. İçerik ve Karakterizasyon Analizleri Sonuçları	27
4.2. Raf Ömrünün Takibi İçin Yapılan Analizlerden Elde Edilen Sonuçlar	34
4.2.1. Peroksit sayısı tayini	34
4.2.2. Serbest yağ asidi tayini	41
4.2.3. Ransimat analizi	48

4.2.4. Duyusal Analiz	56
4.2.5. Mikrobiyolojik Analiz	65
5. SONUÇLAR	68
KAYNAKLAR	70
EKLER	74
ÖZGEÇMİŞ	75

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1. Üretimi gerçekleştirilen badem ezmesi çeşitlerine ait deneme planı.....	viii
Tablo 2. İçerik analizlerinden elde edilen sonuçlar.....	ix
Tablo 3. Badem yağının yağ asidi kompozisyonu.....	ix
Table 1. Trial plan of the production of the almond pastes.....	xi
Table 2. Results of component analysis.....	xii
Table 3. Fatty acid composition of almond oil.....	xii
Tablo 2.1. Kabuklu bademlerin bazı ülkelerdeki üretimi, kaynağı ve dağıtımı.....	4
Tablo 2.2. Badem ezmesinin kimyasal kompozisyonu.....	7
Tablo 2.3. Bademlerin kimyasal kompozisyonu.....	9
Tablo 2.4. Badem türlerinin yağ asidi kompozisyonu.....	10
Tablo 2.5. Şekerlerin bağıl tatlılıkları.....	11
Tablo 2.6. Fıstıkların farklı koşullardaki raf ömrü.....	13
Tablo 2.7. Fıstık ezmesi için kullanılan tanımlayıcı özellikler, tanımları ve referanslar	18
Tablo 3.1. Üretimi gerçekleştirilen badem ezmesi çeşitlerine ait deneme planı.....	22
Tablo 3.2. Lezzet karakteristikleri ve tanımlamaları.....	26
Tablo 3.3. Doku karakteristikleri ve tanımlamaları/değerlendirilmeleri.....	26
Tablo 4.1. Kompozisyon analizlerinden elde edilen sonuçlar.....	27
Tablo 4.2. 30 °C’de depolanan badem ezmesinin nem tayini sonuçları.....	28
Tablo 4.3. 4 °C’de depolanan badem ezmesinin nem tayini sonuçları.....	28
Tablo 4.4. 5. ve 26. gün depolama süresi arasında 30 °C ve 4 °C’de depolanan badem ezmelerinde meydana gelen yüzde nem kaybı.....	29
Tablo 4.5. Badem yağının yağ asidi kompozisyonu.....	33
Tablo 4.6. 30 °C’de depolanan badem ezmesinin peroksit sayısı.....	34
Tablo 4.7. 4 °C’de depolanan badem ezmesinin peroksit sayısı.....	34
Tablo 4.8. 30 °C’de depolanan badem ezmesinin serbest yağ asitliği.....	41
Tablo 4.9. 4 °C’de depolanan badem ezmesinin serbest yağ asitliği.....	41
Tablo 4.10. 30 °C’de depolanan badem ezmesinin ransimat analizi sonuçları.....	48
Tablo 4.11. 4 °C’de depolanan badem ezmesinin ransimat analizi sonuçları.....	49
Tablo 4.12. Duyusal panel sonucu lezzet karakteristikleri için elde edilen verilerin ortalaması.....	57
Tablo 4.13. Duyusal panel sonucu doku karakteristikleri için elde edilen verilerin ortalaması.....	58
Tablo 4.14. Küf ve maya analizlerinin sonuçları.....	65

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Badem ezmesi üretiminde kullanılan Stephan Değirmeni.....	5
Şekil 2.2. Türkiye’deki badem ezmesi üretiminde kullanılan “Pataman” cihazı.....	6
Şekil 2.3. Gıda antioksidanlarının sınıflandırması.....	20
Şekil 4.1. Birinci denemeye ait örneklerin nem içeriklerinde meydana gelen değişim (a)30°C depolama (b) 4° C depolama.	30
Şekil 4.2. İkinci denemeye ait örneklerin nem içeriklerinde meydana gelen değişim (a) 30°C depolama (b) 4° C depolama.....	31
Şekil 4.3. Üçüncü denemeye ait örneklerin nem içeriklerinde meydana gelen Değişim (a)30°C depolama (b) 4° C depolama.....	32
Şekil 4.4. Birinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki peroksit sayılarının karşılaştırılması (a) Stabilizatör+Maltoz Şurubu (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu (c) Kontrol 1.....	35
Şekil 4.5. İkinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki peroksit sayılarının karşılaştırılması (a) Antioksidan+Stabilizatör (a) Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör (c) Kontrol 2 (K2).....	36
Şekil 4.6. Üçüncü denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki peroksit sayılarının karşılaştırılması (a) Antioksidan (b) Maltoz Şurubu (c) Stabilizatör (d) Kontrol 3 (K3).....	37
Şekil 4.7. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 30 °C’deki peroksit değerleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.- Antioksidan+Maltoz Ş. (c)Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.....	38
Şekil 4.8. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 4 °C’deki peroksit değerleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş. (c)Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.....	39
Şekil 4.9. Birinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki serbest yağ asitliği değerlerinin karşılaştırılması (a) Stabilizatör+Maltoz Şurubu (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu (c) Kontrol 1.....	43
Şekil 4.10. İkinci denemeye ait badem ezmelerinin 4°C ve 30°C’deki serbest yağ asitliği değerlerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan + Stabilizatör (b) Antioksidan + Maltoz Şurubu + Stabilizatör (c) Kontrol 2 (K2).....	44
Şekil 4.11. Üçüncü denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki serbest yağ asitliği değerlerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan (b) Maltoz Şurubu (c) Stabilizatör (d) Kontrol 3 (K3).....	45

Şekil 4.12. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 30 °C'deki serbest yağ asitliği değerleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş. (c) Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.....	46
Şekil 4.13. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 4 °C'deki serbest yağ asitliği değerleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş. (c) Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.....	47
Şekil 4.14. Birinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C'deki indüksiyon sürelerinin karşılaştırılması (a) Stabilizatör+Maltoz Şurubu (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu (c) Kontrol 1.....	50
Şekil 4.15. İkinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C'deki indüksiyon sürelerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan+Stabilizatör (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör (c) Kontrol 2 (K2).....	51
Şekil 4.16. Üçüncü denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C'deki indüksiyon sürelerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan (b) Maltoz Şurubu (c) Stabilizatör (d) Kontrol 3 (K3).....	52
Şekil 4.17. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 30 °C'deki indüksiyon süreleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.- Antioksidan+Maltoz Ş. (c) Antioksidan-Stabilizatör- Antioksidan+Stabilizatör (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.....	53
Şekil 4.18. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 4 °C'deki indüksiyon süreleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş. (c) Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör.....	54
Şekil 4.19. Lezzet karakteristiklerinden acılaşıp tadın zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme.....	59
Şekil 4.20. Lezzet karakteristiklerinden mukavvamsı tadın zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme.....	60
Şekil 4.21. Doku karakteristiklerinden yağlılığın zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme.....	61
Şekil 4.22. Doku karakteristiklerinden kuruluğun zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme.....	62
Şekil 4.23. Tüm izlenimin zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme.....	63
Şekil 4.24. Maya sayısının zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme.....	66
Şekil 4.25. Küf sayısının zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme.....	67

BADEM EZMESİNDE KALİTE VE RAF ÖMRÜNÜN İYİLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, ekonomik açıdan değerli bir ürün olan badem ezmesinin kalitesi ve raf ömrünün iyileştirilmesi için, üründe zamanla meydana gelen ve istenmeyen değişimler tespit edilmiş ve ürün formülasyonunda değişiklik yapmak, katkı maddesi ilave etmek ve uygun depolama sıcaklığını seçmek suretiyle bu değişimler kontrol altına alınmıştır.

Üründe meydana gelen kurumayı engellemek ve ürünün dokusal özelliklerini iyileştirmek üzere maltoz şurubu ilavesi; acılaşmayı engellemek üzere antioksidan ilavesi ve yağ ayrılmasını engellemek üzere stabilizatör ilavesi gerçekleştirilmiştir. Antioksidan olarak doğal bir antioksidan olması nedeniyle tokoferol karışımı, stabilizatör olarak ise ticari bir ürün olan Palsgaard 6111® (Teknarom Gıda Katkı Maddeleri San. ve Tic. Ltd. Şti.) kullanılmıştır. Farklı formülasyonda hazırlanan ürünler, 30 °C ve 4°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta depolanmıştır. Üç deneme halinde gerçekleştirilen üretim planı Tablo 1.'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Üretimi gerçekleştirilen badem ezmesi çeşitlerine ait deneme planı

1. Deneme	%20 Maltoz şurubu + %0.5 Stabilizatör 200 ppm Antioksidan + %20 Maltoz Şurubu Kontrol 1 (K1)
2. Deneme	200 ppm Antioksidan + %0.5 Stabilizatör 200 ppm Antioksidan + %20 Maltoz Şurubu + %0.5 Stabilizatör Kontrol 2 (K2)
3. Deneme	200 ppm Antioksidan % 20 Maltoz Şurubu %0.5 Stabilizatör Kontrol 3 (K3)

Çalışmada, formülasyonun, katkı maddelerinin ve sıcaklığın etkileri, kimyasal, enstrümantal, duyuşal ve mikrobiyolojik yöntemlerle takip edilmiştir. Kimyasal yöntem olarak, peroksit sayısı ve serbest yağ asitliği tayinleri ve nem tayini, enstrümantal yöntem olarak da Ransimat metodu kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca, lezzet ve dokuda meydana gelen değişimleri izlemek amacıyla “Tanımlayıcı Analiz” tekniği kullanılarak duyuşal testler uygulanmıştır. Üründe meydana gelen mikrobiyolojik değişimler için ise, şeker içeriği yüksek bir ürün olması nedeniyle ozmofilik maya ve hammadde kalitesinin bir göstergesi olan küf analizleri yapılmıştır. Ayrıca, ürün ve hammaddede içerik analizi yapılmış ve Gaz Kromatografisi tekniği ile badem yağının yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir.

Hammadde ve son üründe yapılan içerik analizinin sonuçları Tablo 2.'de verilmektedir.

Tablo 2. Kompozisyon analizlerinden elde edilen sonuçlar

	% Nem	% Kül	% Protein	% Yağ	% Toplam Şeker
Badem	7.5	2.9	17.9	54.2	4.5
Badem Ezmesi	10.1	1.4	10.1	25.5	37.7

Gaz kromatografisi tekniğiyle yapılan yağ asidi kompozisyonu analizi sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 3.'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Badem yağının yağ asidi kompozisyonu

Yağ Asidi	% Miktarı
Palmitik asit (16:0)	6.0
Stearik asit (18:0)	1.9
Oleik asit (18:1)	72.5
Linoleik asit (18:2)	17.5
Linolenik asit (18:3)	1.0
Behenik asit (22:0)	0.5

Çalışmanın sonucunda, bütün denemelere ait örneklerin peroksit sayısı ve serbest yağ asitliği değeri sıcaklıkla artarken, Ransimat analizi sonucunda elde edilen indüksiyon sürelerinin azaldığı görülmüştür. Buna göre, 4 °C'de depolanan örneklerdeki oksidasyonun 30 °C'de depolananlara nazaran çok daha yavaş gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

İlave edilen katkı maddelerinin etkileri incelendiğinde, kimyasal analizler ve Ransimat analizi sonuçlarından, antioksidan ilavesinin acılaşmayı önemli ölçüde engellediği görülmüştür. Duyusal testlerden elde edilen sonuçlar da antioksidan kullanılan formülasyonların tüm izleniminin yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle yağlı ürünlerin dayanıklılığını arttırmak için etkili bir şekilde kullanılan antioksidan ilavesinin, badem ezmesinde de olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Stabilizatör ilavesinin ise, yağın serbest hale geçerek daha kolay okside olmasını engellemek suretiyle oksidasyonu azaltmasına karşın önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bununla beraber, stabilizatör ilave edilen örneklerde istenilmeyen bir durum olan yağlılık düşük bulunmuş, fakat örneklerin yüzeyinde oluşturduğu kuru tabaka ve çatlamlar nedeniyle düşük bir tüm izlenim puanına sahip olmuştur. Ayrıca, üründe istenilmeyen bir durum olan nem kaybının yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda stabilizatör ilavesinin beklenen olumlu etkilere sahip olmadığı görülmüştür.

Maltoz ilavesinin ise, ürünün nem miktarını dengelemesi bakımından olumlu etkileri olmuştur. Ayrıca, nem miktarını arttırarak oksidasyonun engellenmesine az da olsa katkıda bulunmuştur. Duyusal testlere bakıldığında da, maltoz şurubu ilave edilen örneklerin daha fazla tercih edildiği görülmektedir.

Yapılan mikrobiyolojik çalışmalar sonucunda, örneklerde kf ve maya gelişiminin olduğu görülmüştür. İlave edilen katkı maddelerinin antimikrobiyal etkisinin olmaması nedeniyle, ürün formülasyonu ile mikrobiyal gelişim arasında doğrudan bir ilişki görülmemiştir. Bununla beraber 30 C’de depolanan örneklerdeki kf ve maya sayısı genel olarak artma eğilimi göstermiştir. Maltoz ilave edilen formülasyondaki maya sayısının daha hızlı artış göstermesi ise, maltozu kullanabilen ozmofilik mayaların gelişmiş olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar bütün olarak değerlendirildiğinde, antioksidan ve maltoz şurubu ilavesinin badem ezmesinin dayanıklılığı ve duyuasal özellikleri açısından avantajlı olabileceği görülmüştür. Bunun yanında, stabilizatör ilavesi, üründe olumlu etki göstermemesi ve ek maliyet getirmesi açısından tavsiye edilmemektedir.

IMPROVING THE QUALITY AND SHELF-LIFE OF ALMOND PASTE

SUMMARY

In this study, undesirable changes that occur by the time are determined and controlled by changing the product formulation, adding additives and selecting the convenient storage temperature to improve the quality and shelf-life of almond paste, which is an economically valuable product.

Maltose syrup, to prevent drying and improve the textural properties; antioxidant to prevent oxidation and stabilizer to prevent oil separation were added. A natural tocopherol mixture as an antioxidant and Palsgaard 6111® as a commercial stabilizer were used. Products with different formulations were stored at two different temperatures at 30°C and 4°C. Experimental program with three trial is shown in Table 1.

Table 1. Trial plan of the production of the almond pastes.

1 st Trial	20% Maltose syrup + 0.5% Stabilizer 200 ppm Antioxidant + 20% Maltose Syrup Control 1 (K1)
2 nd Trial	200 ppm Antioxidant + 0.5% Stabilizer 200 ppm Antioxidant + 20% Maltose Syrup + 0.5% Stabilizer Control 2 (K2)
3 rd Trial	200 ppm Antioxidant 20% Maltose Syrup 0.5% Stabilizer Control 3 (K3)

In the study, effects of formulation, additives and temperature were followed with chemical, instrumental, sensory and microbiological methods. Moisture analysis, peroxide value and free fatty acid analysis as chemical methods and Rancimat analysis as an instrumental method were used. Sensory tests are applied using “Descriptive Analysis” technique to follow the changes in flavor and texture. Because of its high sugar content osmophilic yeast analysis and mold analysis as an indicator of the quality of the raw material are done to follow the microbiological changes.

Also the proximate analysis of the raw material and the product were done and the fatty acid composition of the almond oil was determined.

The results of the proximate analysis of the raw material and the product are shown in Table 2.

Table 2. Results of component analysis

	Moisture %	Ash %	Protein %	Fat %	Total Sugar %
Almond	7.5	2.9	17.9	54.2	4.5
Almond Paste	10.1	1.4	10.1	25.5	37.7

The result of the analysis of the fatty acid composition with Gas Chromatography is shown in Table 3.

Table 3. Fatty acid composition of almond oil

Fatty Acid	Amount %
Oleic acid (18:1)	72.5
Linoleic acid (18:2)	17.5
Palmitic acid (16:0)	6.0
Stearic acid (18:0)	1.9
Linolenic acid (18:3)	1.0
Behenic acid (22:0)	0.5

The results of this study indicated that peroxide value and free fatty acid value of all the samples increased by the time, whereas induction time, performed with Rancimat, was decreased. According to these results, oxidation of samples that are stored at 4°C were relatively lower than that of 30°C.

When the effects of additives were investigated, it was observed that the addition of antioxidant prevented oxidation effectively. The results of the sensory tests showed that the overall impression of the formulations with antioxidant was high. Addition of antioxidant, which was used to increase the stability of products with high fat content, also showed positive effects on almond paste.

It is observed that the addition of stabilizer had no significant effect, although it reduced the extent of oxidation by means of preventing oil separation. In addition, samples including stabilizer has shown low levels of oiliness but had low overall impression because of their undesirable dry and cracky structure. When the high moisture loss was taken into consideration, it was found that addition of stabilizer had no positive effects.

The addition of maltose had positive effects by means of balancing the moisture content of the product. Also, it had slightly affected the prevention of oxidation by increasing moisture content. According to the results of sensory analysis, samples containing maltose syrup were preferred more than the other samples.

Based on the microbiological analysis, yeast and mould growth were observed in all of the samples. Since the additives has no antimicrobiological effect, no effect was observed in relation to the product formulation. Besides, samples that were stored at 30°C showed high rates of microbial growth. The rapid increase in microbial growth in formulations containing maltose syrup was associated with the growth of osmophilic yeasts that can use maltose.

In summary, it was observed that the addition of antioxidant and maltose syrup can be advantageous for improving the stability and sensory properties of the almond paste. On the other hand, the addition of stabilizer is not recommended since it had no positive effect and moreover, it would cause an additional cost for the manufacturer.

1. GİRİŞ

Badem ezmesi, haşlanmış bademler, su ve şekerin karıştırılmasıyla elde edilen bir üründür. Badem ezmesi üretimi, bademlerin haşlanmasıyla başlar, su ve şekerle öğütülmesi ile gerçekleştirilir. Formülde kullanılan badem miktarı, ürün kalitesinin ve fiyatının belirlenmesinde önemli bir rol oynar. Diğer şekerleme ürünlerine göre pahalı bir ürün olduğundan raf ömrü ekonomik açıdan önem taşımaktadır (Cunningham, 1999).

Ezme tipi ürünlerde meydana gelen en önemli bozulmalar; oksidatif acılaşıma ve yağ ayrılmasıdır. Acılaşıma, kimyasal bozulma sonucu istenmeyen tat ve kokuların oluşumu olarak tanımlanır. Lipid oksidasyonu sonucunda oluşan ürünler hücrenin membranlarına, proteinlerine, enzimlerine ve vitaminlerine zarar verir ve bu şekilde hücrede yıpranmaya neden olur. Otoksidasyon mekanizması, bütillenmiş hidroksitoluen, propil gallat, askorbat veya bunların karışımından oluşan antioksidan ilavesiyle kontrol altına alınabilir. Bademde doğal olarak bulunan antioksidanların öğütme, haşlama gibi işlemler sırasında inaktive olması nedeniyle badem ezmesi gibi ürünlere antioksidan ilave ederek, raf ömrünü uzatmak mümkündür. Lipid oksidasyonu ölçüm metotları analiz edilecek ürünün kimyasal kompozisyonuna (protein, şeker içeriği gibi), özellikle yağ içeriğinin bileşimi gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanların başında kimyasal yöntemler (peroksit sayısı, serbest yağ asidi analizleri), Ransimat metodu ve duyusal metotlar gelmektedir (Hui, 1992, Sanders, 1993, Shahidi ve Wanasundara, 1997, Maskan ve Karataş, 1999).

Yağ ayrılması da bazı durumlarda bu tip ürünlerde, önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Kontrol edilmediği sürece, badem yağı badem ezmesinden ayrılır. Yağ ayrılmasının önlenmesi, stabilizatör kullanılarak badem yağının yağ matrisi içine stabilize edilmesiyle sağlanır. Yağ ayrılmasının kontrol edilmesi için ezme tipi ürünlerde kullanılan stabilizatör katkı maddelerinin ilavesi etkili olabilmektedir (Cunningham, 1999).

Ürünün raf ömrünü etkileyen önemli diğer bir faktör de proses koşullarıdır. Örneğin, haşlama işlemi ürünün dayanıklılığını %25-50 oranında azaltır. Herhangi bir kesme işlemi (dilimleme gibi) de aynı etkiye sahiptir. Bu nedenle bu tip ürünlerde, işlem koşullarının ürünün kalitesini etkilemeyecek şekilde en ideal hale getirilmesi gerekmektedir (Hui, 1992).

Bu çalışmanın amacı, badem ezmesinde zamanla meydana gelen değişimleri tespit etmek ve istenmeyen bu değişimleri, çeşitli katkı maddeleri ilave etmek ve depolama sıcaklığını kontrol etmek suretiyle minimize ederek, ürünün kalitesi ve raf ömrünü iyileştirmektir. Bu doğrultuda, üründe temel olarak gözlemlenen acılaşma ve yağ sızması gibi değişimlere karşı, antioksidan ve stabilizatör tipi katkıları uygulanmış, ayrıca üründeki kurumayı engellemek ve ürünün dokusal özelliklerini iyileştirmek üzere maltoz şurubu ilave edilmiştir. Farklı formülasyonda hazırlanan ürünler, iki farklı sıcaklıkta depolanarak, değişimler, belirli periyotlarla kimyasal, fiziksel, duyuşal ve mikrobiyolojik yöntemler kullanılarak takip edilmiştir.

Çalışma; giriş bölümünü takiben, badem ezmesi, üretim yöntemi, kompozisyonu, raf ömrünün tanımlanması ve uzatılması çalışmaları, yağ ayrılması problemi ve stabilizatör kullanımı, gıdalarda oksidasyon mekanizması, kullanılan antioksidanlar, çeşitleri ve kullanım amaçları konularını kapsayan literatür özeti, kullanılan materyal ve metotlar, elde edilen bulgular ve tartışma, sonuçlar ve kaynaklar listesi şeklinde sunulmuştur.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1. Badem Ezmesi

Bademlerden üretilen çok çeşitli ezme tipi ürün bulunmasına rağmen, bu ürünlerden badem ezmesi ve marzipan gibi çok az sayıda ürün ekonomik bir değere sahiptir (Cunningham, 1999).

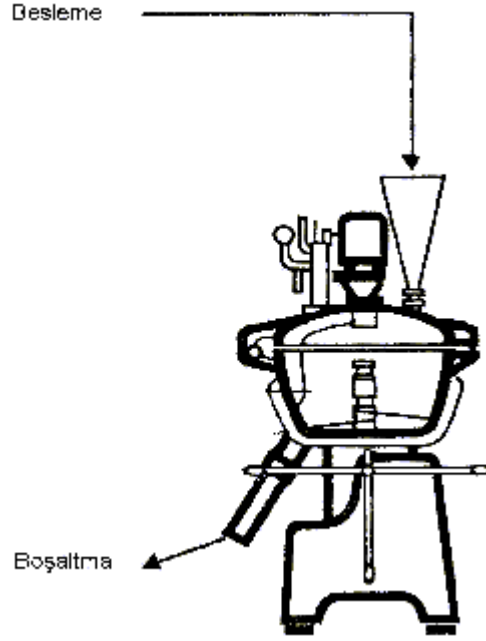
Badem ezmesi, belirli oranlarda badem, şeker ve/veya şeker şuruplarının karıştırılmasıyla elde edilen katı bir üründür. Bazı durumlarda, gıda boyalarının veya aroma maddelerinin katılması da söz konusu olmaktadır (Young ve Cunningham, 1991, Faid ve ark., 1995).

Ülkemizdeki badem ezmesi tüketimine ilişkin verilere rastlanmamakla birlikte, özellikle 2000 yılından sonra işlenen bir ürün haline gelen bademin tüketimi hakkında bilgiler mevcuttur. Türkiye ve diğer bazı ülkelerdeki badem üretimi, kaynağı ve dağıtımına ilişkin veriler Tablo 2.1.'de gösterilmektedir (Anon., 2002a).

Badem ezmesi, haşlanmış bademlerin su ve şekerle karıştırılmasıyla üretilmektedir. Formülde kullanılan badem miktarı, ürünün kalitesinin ve fiyatının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Badem miktarı arttıkça kalite artmaktadır. Çiğ badem kütlesi ana madde olarak kullanılmakta ve şeker, mısır şurubu, invert şeker, boya maddesi ve hatta aroma maddeleri ilave edilerek karıştırılmaktadır. Badem ezmesi üretiminde yer alan ana basamaklar; bileşenlerin karıştırılması, öğütme ve soğutma olarak tanımlanabilmektedir. Stephan değirmeni olarak isimlendirilen cihaz hem badem ezmesi hem de diğer ezme tipi ürünlerin üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Stephan değirmeni Şekil 2.1.'de gösterilmektedir (Minifie, 1989). Hücrelerde tartılan hammaddeler, kesikli olarak Stephan değirmenine üstten beslenmektedir. Öğütme ve minör bileşenlerin ilavesinden sonra, badem ezmesi kazanlara boşaltılarak paketlemeye gönderilmektedir (Cunningham, 1999).

Tablo 2.1. Kabuklu bademlerin bazı ülkelerdeki üretimi, kaynağı ve dağıtımı
(Anon., 2002a).

Ülke/Yıl	Başlangıç Stokları	Üretim	İthalat	Toplam Kaynak	İhracat	Evlerde Kullanımı	Nihai Stoklar
(Ton)							
Yunanistan							
1998/99	4,523	12,000	2,400	18,923	800	14,500	3,623
1999/00	3,623	17,000	2,000	22,623	2,800	14,700	5,123
2000/01	5,123	15,500	2,500	23,123	1,000	16,000	6,123
2001/02	6,123	17,200	2,000	25,323	2,800	16,500	6,023
2002/03 (T)	6,023	16,000	2,000	24,023	2,600	16,500	4,923
İspanya							
1998/99	14,000	30,000	26,300	70,300	40,700	29,600	0
1999/00	0	66,000	34,000	100,000	43,000	52,000	5,000
2000/01	5,000	53,000	31,000	89,000	47,000	41,500	500
2001/02	500	68,000	32,000	100,500	48,000	50,000	2,500
2002/03 (T)	2,500	62,000	32,000	96,500	45,000	50,000	1,500
Türkiye							
1998/99	1,000	12,000	2,000	15,000	200	13,800	1,000
1999/00	1,000	14,000	2,000	17,000	200	14,800	2,000
2000/01	2,000	15,500	2,500	20,000	500	16,500	3,000
2001/02	3,000	15,000	2,000	20,000	500	17,000	2,500
2002/03 (T)	2,500	15,000	2,000	19,500	500	17,000	2,000
USA							
1998/99	78,017	235,868	86	313,971	183,917	88,414	41,640
1999/00	41,640	377,842	104	419,586	228,169	110,832	79,243
2000/01	79,222	323,411	75	402,708	233,561	111,474	31,343
2001/02	48,670	396,893	80	445,643	238,211	121,541	85,891
2002/03 (T)	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz
Toplam							
1998/99	99,540	298,868	44,567	442,975	226,805	168,907	47,263
1999/00	47,263	491,842	54,504	593,609	276,169	222,732	93,366
2000/01	93,345	417,411	52,075	562,831	284,261	210,274	41,966
2001/02	59,293	517,093	48,080	624,466	292,511	233,041	98,914
2002/03 (T)	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz	Belirsiz



Şekil 2.1. Badem ezmesi üretiminde kullanılan Stephan Değirmeni (Minifie, 1989).

Badem ezmesi üretiminde, kuru veya daha önceden suya daldırılmış taneler kullanılabilir. Bazı fabrikalarda, üreticiler, haşlama işleminden sonra bademleri kurutmadan hızlı bir şekilde üretime geçmektedir. Bu nedenle, kalan nem miktarı hesaplanırken, eğer ıslatılmış badem taneleri kullanılıyorsa, bunların yüksek nem içerikleri hesaba katılmalıdır. Kurutulmuş taneler kullanılırken ise, badem tanelerinin üretime geçmeden hemen önce tekrar nemlendirilmesini sağlayacak şekilde bir proses tasarlanmalıdır. Bademler ve şeker makineye birlikte konmakta ve doğrudan buhar enjeksiyonuyla ısıtılmaktadır. Bademleri nemlendirmek için, ingrediyenler önce kısa bir süre, düşük hızda (1500 rpm), buhar uygulamasıyla öğütülmekte ve daha sonra 88°C'lik bir sıcaklık sağlanana kadar yüksek bir hız uygulanmaktadır. Isıtma ve öğütme işlemleri aynı anda yürütülmektedir.

Öğütme işlemi yaklaşık olarak 10 dakika sürdürülmekte, ancak buhar kaynağı önceden belirlenmiş bir sıcaklığa ulaştığında, sistem otomatik olarak durmaktadır. Öğütme sırasında açığa çıkan yüksek kinetik enerji de sürtünmeye ve badem ezmesinin ısıtılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu durum, badem ezmesinin mikrobiyolojik ve saklama özellikleri bakımından önemlidir. Öğütme süresi, istenilen öğütme derecesiyle doğrudan ilişkilidir ve genelde 8-12 dakika arasındadır. Sekiz dakikalık bir öğütme, nispeten daha iri taneli ve dil ile algılanabilecek şekilde badem parçacıkları olan bir ürün sağlamaktadır. Yaklaşık olarak 12 dakikadan sonra, ürünün dokusu, silindirlerle ezilerek üretilen ürünlerle kıyaslanabilir hale

gelmektedir. Öğütme ve ısıtma aşamalarının sonunda, ürün hemen hemen steril bir hale gelmektedir. Ezme daha sonra hemen soğutulmaktadır.

Kurutma ve soğutma aşamaları, son nemin minimum seviyede olmasının istenmesi sebebiyle oldukça önemlidir. Bu nedenle son ürünlerdeki nem miktarının önceden tam olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu minimum nem miktarı, çok sayıda faktöre bağlı olmakta ve hammaddenin değişik şekillerde yıkanması ve hazırlanmasıyla farklılık göstermektedir. Her ne kadar tüm işlemler otomatik olarak gerçekleştirilse de, öğütme hızı ve süresi, soğutma süresi ve sıcaklığı gibi anahtar proses değişkenleri, seçilen hammaddenin tipi ve istenilen ürün kalitesiyle birleştirilmelidir.

Öğütme aşamasından sonra, aroma maddeleri ve potasyum sorbat gibi katkı maddeleri eklenmekte ve ilave bir iki dakika daha düşük hızda karıştırılmaktadır. Öğütme süresi ve hızı istenilen tanecik boyutuna göre ayarlanmaktadır (Cunningham, 1999).

Türkiye’de üretilen badem ezmelerinde ise en yaygın olarak kullanılan yöntem, “Pataman” olarak isimlendirilen cihazın kullanılmasıyla gerçekleştirilen üretimdir. Bu yöntemde, çiğ bademler yıkandıktan sonra, kaynar su içine atılarak yaklaşık olarak 5-10 dakika haşlanmaktadır. Haşlanmış bademler, mermer tezgahlar üzerine alınarak kurutulmakta ve kabukları ayıklanmaktadır. Elde edilen badem içi, belirli oranlarda pudra şekeri ilavesiyle “Pataman” makinesinde öğütülmektedir (Şekil 2.2.). İstenilen dokuyu sağlamak üzere, öğütme işlemi üç defa tekrar edilmektedir. Karışım, az miktarda su ilavesiyle mermer tezgahlar üzerinde yoğrulmaktadır. Son olarak, fitil şeklinde kesilen ürün, ambalajlanmaktadır (Büyükkapucu, 2002).



Şekil 2.2. Türkiye’deki badem ezmesi üretiminde kullanılan “Pataman” cihazı

2.2. Badem Ezmesinin Kompozisyonu

Badem ezmesinin iki temel bileşeni, badem ve şekerdir. Badem ezmesinin kimyasal kompozisyonu, Tablo 2.2.'de gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Badem ezmesinin kimyasal kompozisyonu (Anon., 2001).

Bileşen	100 gr yenilebilir porsiyondaki değerler
Nem	14.08 g
Protein	9.00 g
Yağ	27.74 g
Karbonhidrat, fark	47.81 g
Diyet lifi	4.8 g
Kül	1.37 g
Enerji (kcal)	458 kcal
Mineraller	
Kalsiyum (Ca)	172 mg
Demir (Fe)	1.60 mg
Magnezyum (Mg)	130 mg
Fosfor (P)	258 mg
Potasyum (K)	314 mg
Sodyum (Na)	9 mg
Çinko (Zn)	1.48 mg
Bakır (Cu)	0.454 mg
Mangan (Mn)	0.856 mg
Selenyum (Se)	4.2 mg
Vitaminler	
Thiamin	0.082 mg
Riboflavin	0.414 mg
Niasin	1.422 mg
Pantotenik asit	0.113 mg
Vitamin B-6	0.036 mg
Folate, toplam	73 mcg
Folik asit	0 mcg
Folate, gıda	73 mcg
Vitamin B-12	0 mcg
Vitamin A, IU	2 IU
Vitamin A, RE	0 mcg_RE
Vitamin E	20.260 mg_ATE

2.2.1. Badem

Badem ağacı, *Prunus dulcis*, şeftali, erik ve kayısı ağaçlarına oldukça benzerdir, ancak bunlardan farklı olarak yenilebilir kısmı meyvesi değil, tohumu veya çekirdeğidir. Her biri farklı amaçlarla kullanılan pek çok badem tipi bulunmaktadır. Örneğin; *Nonparail* ve *Carmel* tipi bademler süslemelerde, *Mission* tipi bademler

kavrularak yapılan ürünlerde, *California* tipi bademler ise, kavrularak yapılan ürünlerde ve badem ezmelerinde kullanılmaktadır (Young ve Cunningham, 1991).

Tüm *California* tipi bademler (*Prunus amygdalus*, var. *dulcis*) tatlıdır ve hoş bir aromaya sahiptir. Acı bademler (*Prunus amygdalus*, var. *amara*) ise görüntü itibariyle tatlı bademlere benzemekle beraber, çok farklı bir tada sahiptir ve acılık ve oldukça toksik bir madde olan hidrojen siyanür uzaklaştırılana kadar yenilemez niteliktedir. Haşlanması zor olan *Mission* tipi haricinde, haşlanabilir yapıdaki tüm *California* tipi bademler tatlı bir tada sahiptir ve badem ezmesi yapımında kullanılmak için uygundur (Cunningham, 1999).

Acı bademler, oldukça acı bir tat veren ve siyanojenik bir glikozit olan amigdalin içermektedir. Bu acılığın yok edilmesi, bademlerin sıcak suya daldırılması (50°-60°C) ve dolayısıyla da acılık veren bileşiğin enzimatik hidrolizi ile mümkün olmaktadır. Amigdalin, beta-glikozidaz enzimi ile hidroliz edilerek, glukoz, hidrojen siyanür ve benzaldehite parçalanmaktadır. Bu reaksiyon, bademlerin önceden öğütülmesi durumunda çok daha hızlı gerçekleşmektedir. *California* tipi bademler amigdalin içermemesi nedeniyle tatlı bir tada sahip olmakta ve kuvvetli benzaldehit tadı içermemektedir. Badem ezmelerinin tipik lezzeti, “badem lezzeti”, “vişne lezzeti” ya da “meyvemsi” olarak karakterize edilmektedir. *California* tipi bademler, hafif bir tada sahip olmaları ve orta-lezzette bir badem ezmesi oluşturmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Üreticiler tatlı bademleri acı bademlerle karıştırarak istenilen lezzet profilindeki ürünü elde edebilmektedir (Young ve Cunningham, 1991, Cunningham, 1999).

Bademin kimyasal kompozisyonu Tablo 2.3.’de gösterilmektedir.

Tablo 2.3. Bademlerin kimyasal kompozisyonu (Anon., 2001).

Bileşen	100 gr yenilebilir porsiyondaki değerler
Nem	5.25 g
Protein	21.26 g
Yağ	50.64 g
Karbonhidrat, fark	19.74 g
Toplam şeker	4.80 g
Diyet lifi	11.80 g
Nişasta	0.73 g
Kül	3.11 g
Enerji (kcal)	578 kcal
Mineraller	
Kalsiyum (Ca)	248 mg
Demir (Fe)	4.30 mg
Magnezyum (Mg)	275 mg
Fosfor (P)	474 mg
Potasyum (K)	728 mg
Sodyum (Na)	1 mg
Çinko (Zn)	3.36 mg
Bakır (Cu)	1.110 mg
Mangan (Mn)	2.535 mg
Selenyum (Se)	4.4 mg
Vitaminler	
Thiamin	0.241 mg
Riboflavin	0.811 mg
Niasin	3.925 mg
Pantotenik asit	0.349 mg
Vitamin B-6	0.131 mg
Folate, toplam	29 mcg
Folik asit	0 mcg
Folate, gıda	29 mcg
Vitamin B-12	0 mcg
Vitamin A, IU	10 IU
Vitamin A, RE	1 mcg_RE
Vitamin E	26.179 mg_ATE
Tokoferol, alfa	25.87 mg
Tokoferol, beta	0.43 mg
Tokoferol, gama	0.89 mg
Tokoferol, delta	0.25 mg

Bademler, yetiştirildikleri bölgeye, yetiştirilme şekillerine ve hava koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bademlerde gözlenen bu varyasyonlar, son ürünün kompozisyonunda dolayısıyla da dayanıklılığında farklılıklara neden olmaktadır (Anon., 2002b). Amerika’da, farklı bölgelerde yetiştirilmiş bademlerin yağ asidi kompozisyonu Tablo 2.4.’de gösterilmektedir (Hamilton ve Bhati, 1987).

Tablo 2.4. Badem türlerinin yağ asidi kompozisyonu (Hamilton ve Bhati, 1987).

Badem Türü	14:0	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	22:0+ 22:1
Kaliforniya I	0.05	6.6	0.35	0.05	0.10	1.20	68.0	23.3	0.05	0.05	0.05	0.20
Kaliforniya II	0.05	6.5	0.30	0.05	0.10	1.25	67.5	23.9	0.05	0.05	0.05	0.20
Kaliforniya III	0.05	6.5	0.30	0.05	0.10	1.45	68.9	22.2	0.10	0.05	0.10	0.20
Kaliforniya IV	0.05	6.8	0.40	0.05	0.10	1.10	67.3	23.8	0.10	0.05	0.05	0.20
Sfax	0.05	7.2	0.35	0.05	0.10	2.50	67.4	21.9	0.15	0.10	0.10	0.10
Valencia	0.05	7.1	0.40	0.05	0.10	2.00	67.7	22.4	0.05	0.05	0.10	0.10

2.2.2. Şeker ve şeker şurupları

Badem ezmesi üretiminde, temel olarak sukroz kullanılmasına karşın ezme tipi ürünlerin dokusu üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle, invert şeker şuruplarının kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Yüzde 20 oranında glukoz şurubu içeren karışımların, ürünün nem miktarını da dengeleyecek şekilde iyi bir sonuç verdiği bilinmektedir (Minifie, 1989). Sukroz, şeker kamışı veya pancarından elde edilen ve en yaygın olarak kullanılan tatlandırıcıdır. Oda sıcaklığında, iki kısım sukroz bir kısım su içinde çözünerek, %67 oranında konsantre bir çözelti vermektedir. Sukrozun asitle veya enzimle hidrolizi sonucunda glukoz (dekstroz) ve fruktoz (levuloz) açığa çıkmaktadır. Hidrolize edilmiş halde, dekstroz ve levuloz karışımı invert şeker olarak tanımlanmaktadır. Invert şeker kullanımının avantajlı yönleri; sukroza göre daha yavaş kristalize olmaları, suda çözünürlüklerinin yüksek olması, higroskopik özellik göstermeleri nedeniyle kullanıldıkları çiklet gibi ürünlerde kurumaya engel olmaları, sukrozla birlikte kullanıldıklarında sadece sukroz içeren bir örneğe göre tatlılıklarının fazla olması şeklinde özetlenebilmektedir (Potter ve Hotchkiss, 1995, Beckett, 1994). Şekerlerin bağıl tatlılıkları Tablo 2.5.' de gösterilmektedir (Pomeranz, 1985).

Tablo 2.5. Şekerlerin bağıl tatlılıkları (Pomeranz, 1985).

Şeker	İndeks
Sukroz	100
Dekstroz	70-80
Levuloz	140
70-DE, mısır şurubu	70-75
Yüksek dönüşümlü mısır şurubu	65
Normal dönüşümlü mısır şurubu	50
Maltoz	30-50
Laktoz	20
Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu	
%90	120-160
%55	>100
%42	100
İnvert Şeker	>100
Sorbitol	50
Ksilitol	100

Mısır şurupları olarak nitelendirilen şuruplar ise dekstroz, maltoz, yüksek molekül ağırlığına sahip şekerler ve dekstrin içeren viskoz sıvılardır. Asit veya asit-enzim hidrolizi yoluyla mısır nişastasından elde edilmektedir. Ticari olarak, çok çeşitli kompozisyonlarda şurup temin etmek mümkündür. Mısır şurupları da invert şekerler gibi sukrozun kristalizasyonunu önlemektedir. Ayrıca, şekerleme ürünlerinde viskoz bir yapı sağlamakta, sıcaklık ve mekanik etkiler sonucunda ortaya çıkabilen kırılabilirlik azaltmakta, şekerlemelerin ağızda erime hızını yavaşlatmakta ve çiğnenebilirlik özelliğine katkıda bulunmaktadır (Potter ve Hotchkiss, 1995).

2.3. Raf Ömrünün Tanımlanması ve Uzatılması Çalışmaları

2.3.1. Raf ömrünün tanımı

Raf ömrü “ürünün piyasaya sunum şekli itibariyle, belirlenen uygun koşullarda saklanması kaydıyla, fiziksel, mikrobiyolojik ve önemli bir değişikliğe uğramadan depolanabildiği dayanım süresidir” (Gökmen ve Öztan, 1995). Bir ürünün tahminlenen raf ömrü, ürünün depolanacağı ortamın koşullarından ve ürünün başlangıç kalitesinden etkilenmektedir (Gills ve Resurreccion, 2000).

Yüksek yağ içeriğine sahip kabuklu yemişlerden ve bunlardan elde edilen ezme tipi ürünlerden en yaygın olarak tüketileni fıstık ve fıstık ezmesidir. Fıstık içeren ürünlerin stabilitesini etkileyen faktörler arasında, genetik faktörler, fıstığın cinsi, alımı ve işlenmesi ve ham fıstıklardaki kompozisyon farklılıkları yanında dağıtımı

sırasındaki çevresel faktörler yer almaktadır. Örneğin fıstık ezmesi, düşük nem içerikleri ($< \%4$) nedeniyle oda sıcaklıklarında mikrobiyolojik olarak kararlıdır. Fıstık ezmesinin su aktivitesi ($a_w = 0.44$) mikrobiyal gelişmenin olmadığı sınırlar içinde bulunmaktadır. Ancak, bu ürün yüksek doymamış yağ asidi içeriği nedeniyle, oksidatif acılaşmaya, bayatlamaya ve istenilen koku ve lezzetin kaybına maruz kalmaktadır. Fıstık ezmesinin raf ömrü, kullanılan fıstıkların kalitesine, çiğ tanelerin ve fıstık ezmesinin işlenme ve depolanma metotlarına bağlı olmaktadır (Shewfelt ve Young, 1977, Angelo ve ark., 1979, Muego-Gnanasekharan ve Resurreccion, 1992, Sanders ve ark., 1993).

Bu ürünlerin kalitesinin iyileştirilmesi ve raf ömrünün uzatılması üzerine pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Woodroof tarafından yapılan bir çalışmaya göre, yağ ayrılması, serbest yağın hava ve ışığa maruz kalması sonucunda fıstık ezmesinin acılaşabileceğini göstermesi bakımından, fıstık ezmesinin dayanıklılığı için önemli bir olgudur (Woodroof, 1973). Yağ ayrılmasının önlenmesi için pek çok stabilizatör geliştirilmiştir. Örneğin, $\%3-5$ oranında hidrojene bitkisel yağ ilavesi uygulanabilmektedir (Shewfelt ve Young, 1977). Hidrojene kolza ve pamuk tohumu yağları da oldukça yaygın olarak kullanılan stabilizatörlerdir. Bu stabilizatörlerin kullanımı sonucunda yağ ayrılması göstermeyen, daha sıkı fakat sürülebilir fıstık ezmeleri elde edilmektedir (Aryana ve ark., 1999).

Woodroof'a göre, fıstık ezmesinin raf ömrü sıcaklıktan önemli ölçüde etkilenmektedir. Örneğin, ürünün 10°C 'de depolanmasıyla yağ ayrılması kontrol edilebilmektedir (Woodroof, 1973). Aynı zamanda, ürünün ışığa maruz kalması da depolama sırasında yağda meydana gelen değişimleri hızlandırmaktadır. Bu fotokimyasal etki hem dalga boyundan hem de şiddetinden etkilenmektedir (Shewfelt ve Young, 1977). Ambalaj materyalinin sıkıca kapalı olması durumunda, kavurma işleminin ve ilave edilen tuzun stabilite üzerindeki etkisi oldukça sınırlıdır. Fakat, tepe boşluğundaki oksijen, raf ömrünü önemli ölçüde etkileyen bir faktör olmakta ve bu nedenle de fıstık ezmelerinin sıkıca kapatılmış bir şekilde veya vakum altında paketlenmesi gerekmektedir (Woodroof, 1973). Vakum ambalajlama tekniği kullanılarak, fıstıkların raf ömrünün önemli ölçüde uzatılabildiği bilinmektedir. Farklı uygulamalarla saklanan fıstıkların ortalama raf ömürleri Tablo 2.6.'da gösterilmektedir.

Tablo 2.6. Fıstıkların farklı koşullardaki raf ömrü (Labuza, 1982).

Fıstık Çeşidi	Sıcaklık (°F)	Bağıl Nem (%)	Tahminlenen Raf Ömrü
Kabuksuz	32-50	65-75	9-24 ay
Kabuklu	32	65-75	1 yıl
Vakum veya gaz ile paketlenme	32-50	-	1-2 yıl
Dondurulmuş	0	-	3 yıl

2.3.2. Yağ ayrılması problemi ve stabilizatör kullanımı

Gıda endüstrisindeki gelişmeler paralelinde, gerek üretim kapasitesini arttırmak ve gerekse dokuyu, reolojik özellikleri veya ürünün raf ömrünü modifiye etmek amacıyla emülgatör niteliğini taşıyan maddelerin kullanımı artmaktadır. “Emülgatör” veya “emülsifiye edici ajan” terimleri, ara yüzey hareketi ile emülsiyon oluşumunu sağlayan kimyasal maddeler için kullanılmaktadır. “Sürfaktan” veya “yüzey aktif ajanları” gibi diğer terimler de bu tip maddeler için sıkça kullanılmaktadır. Uluslar arası Gıda Kodeks Komisyonu (CAC) tarafından verilen tanımda ise emülgatörler; “gıdada yağ ve su gibi birbirleri ile karışmayan iki veya daha fazla fazın karışmasını sağlamak amacıyla ilave edilen maddeler” şeklinde ifade edilmekte ve “plastikleştirici”, “disperse edici ajan”, “yüzey aktif ajan”, “surfaktan” ve “nemlendirici ajan” olmak üzere emülgatörlerin alt sınıfları belirtilmektedir (Altuğ, 2001).

Lesitin, gam arabik, kazein, soya proteinleri, monogliseritler ve gıdada doğal olarak mevcut bulunan diğer moleküller, yüzey aktiviteleri nedeniyle gıdalarda yıllardır kullanılmaktadır. Bu tür katkı maddelerinin gıda teknolojileri tarafından tanımlanan kullanım amaçları;

- dispersiyon içindeki taneciklerin çökmesini önlemek,
- yağ damlacıkları veya köpüklerin kremalaşma hızını azaltmak,
- dispersiyon içindeki katı veya sıvı taneciklerin agregasyonu veya disagregasyonunu önlemek,
- jelli sistemlerdeki sineresisi önlemek,
- gıda sistemlerini koşullandırmak veya stabilize etmek,
- yağ damlacıklarının yapışmasını engellemek

Genellikle bu moleküller emülgatörler ve/veya stabilizatörler olarak tanımlanmaktadır. Gıda emülsiyonları, köpükler veya dispersiyonlar; hava, yağ ve suyun yanında yağ kristalleri, protein, çözünmüş tuzlar veya karbonhidratlar, lifler, suda çözünür polisakkaritler, nişasta granülleri veya jeller v.s. gibi pek çok diğer fazları da içeren oldukça kompleks sistemlerdir. Margarin, mayonez, salata sosları gibi basit gıda emülsiyonları, su-yağ tipi emülgatörlerin yanında sistemi daha da kompleks hale getiren mineraller, baharatlar, boyalar, vitaminler gibi pek çok ingrediyen içermektedir (Eskin ve Robinson, 2001).

Stabilizatörlerin, özellikle yağ oranı yüksek olan gıdalarda yağ ayrılması problemini önlemek üzere kullanımı oldukça yaygındır. Örneğin, fıstık ezmesinde kullanılan stabilizatörler, oda sıcaklığı koşullarında, yoğunluğu katı partiküllerden daha az olan yağın, yerçekimine bağlı olarak ayrılmasını önlemektedir. Geleneksel olarak, erime sıcaklıkları ortalama oda sıcaklıklarından yüksek olan (örn: $>25^{\circ}\text{C}$) hidrojene bitkisel yağlar, bitkisel yağların mono-, di- veya tri-gliserit fraksiyonları veya bunların kombinasyonları kullanılmaktadır. Hinds ve ark. (1994), fıstık ezmesini stabilize etmek üzere kullanılan hidrojene olmayan, rafine edilmiş, ağartılmış ve deodorize palm yağlarının etkinliğini belirlemek ve stabil, düzgün yapıda bir fıstık ezmesi elde etmek için kullanılması gereken optimum palm yağı seviyesini tahminlemek üzere çalışmalar yapmıştır. Yapılan, bir başka çalışmada, palm yağının sağlık açısından olumlu etkilerinin yanında, akışkan fıstık ezmelerinde etkili bir stabilizatör olarak bir yıl ya da daha uzun bir süre için kullanılabileceği belirtilmiştir. Geleneksel ticari stabilizatörlere göre, palm yağının fıstık ezmesinde etkili bir stabilizatör olup olmadığının anlaşılması için kullanılabilecek yöntemlerden biri de fıstık ezmesinin mikroyapısı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir (Aryana ve ark., 1999).

Yine, fıstık ezmesindeki yağ ve katılar arasında bir emülsiyon oluşturarak yağ ayrılmasını önlemek üzere %1.5 - 2 oranındaki gliserinin, öğütme işleminden sonra fıstık ezmesine katılması üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak, yağ ayrılmasının ne kadar süreyle önlendiğine ilişkin bir bilgi verilmemiştir. Genellikle, fıstık ezmelerinde stabilizatörler için tavsiye edilen kullanım oranları ağırlıkça %1.5-2 arasında olmakta ve bunlar, şeker ve tuz gibi diğer bileşenlerle birlikte öğütme aşamasında ilave edilebilmektedir (Gills ve Resurreccion, 2000). Muego-Gnanasekharan ve Resurreccion (1992) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, 30, 40 ve 50°C 'de depolanan fıstık ezmesinde zamanla meydana gelen değişimleri

incelemek üzere renk ve yağ ayrılması tayinleri ile doku analizleri ve duyu analizi yapılmıştır.

Fıstık ezmelerinde görülen yağ ayrılmasını etkileyen bir diğer faktör de fıstıkların tanecik boyutudur. İnce veya kaba bir şekilde öğütülmüş fıstıklar, belli bir süre sonra yağ ayrılması göstermektedir. Şeker, lif kaynakları, fıstık unu, bal, mısır şurupları, maltodekstrinler ve diğer katkıları bu problemi engellemek için kullanılmış olsa da kıvam ve lezzete etki etmeleri nedeniyle fazla bir başarı elde edilememiştir. Bu nedenle, yağ ayrılmasını en aza indirgeyerek, istenilen dokusal özellikleri sağlayacak şekilde, her üreticinin hedeflediği tanecik boyutu farklı olmaktadır (Boyce, 1999, Cunningham, 1999).

2.3.3. Gıdalarda oksidasyon mekanizması ve oksidasyonun takibi

Yağ içeren gıdaların oksidasyon nedeniyle bozulması, özellikle de kurutulmuş gıdaların depolanması sırasında önemli bir durum olarak karşımıza çıkmakta ve gıda endüstrisinde çeşitli teknik problemlere neden olmaktadır. Tüm yenilebilir yağlar doymamış trigliseritler içerdiğinden en sık karşılaşılan bozulma tipi, oksidatif acılaşmadır. Oksidasyon, gıdalardaki en az dayanıklı makro-bileşik olan yağlar ve yağ içeren gıdalarda lezzet kaybı veya istenilmeyen bir lezzete neden olan önemli bir tepkimedir. Oksidatif reaksiyonun aşırı olması durumunda toksik yan ürünler oluşabilmektedir. Yağ oksidasyonu sonucu oluşan ürünler genellikle istenilmeyen lezzet değişimlerine, kötü tat veren bileşiklerin oluşmasına ve toksik veya fizyolojik olarak aktif bileşiklerin oluşması sonucunda vitaminlerin (A, D, E, K ve C), esansiyel yağ asitlerinin, klorofillerin, karotenlerin, amino asitlerin, proteinlerin veya enzimlerin parçalanmasına neden oldukları için gıdaların pazarlanabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedirler (Jacobsen ve ark., 1999a, Maskan ve Karataş, 1999, Altuğ, 2001, Eskin ve Robinson, 2001).

Oksidasyonun takip edilebilmesi için en yaygın olarak kullanılan metotlar, bir çok gıda için uygulanabilir olması nedeniyle, analitik yöntemlerden peroksit sayısı ve serbest yağ asitliğinin tayinidir. Örneğin, ayçiçeği tanelerinin raf ömrü üzerine yapılan bir çalışmada serbest yağ asidi değeri ve peroksit sayısı oksidasyon için indikatör olarak kullanılırken, bir başka çalışmada aynı analizler mayonezdeki acılaşmayı tayin etmek için kullanılabilmektedir (Buendia ve D'appolonia, 1986, Jacobsen ve ark., 2001b).

Sumainah ve ark. (2000) tarafından, oksidatif bozulmaya karşı dayanıklı olan tahinin, soya ve fıstık ezmesine ilave edilmesiyle bu ürünlerin dayanıklılığın artırılması amacıyla yapılan bir çalışmada ise, yağ asidi kompozisyonu ve serbest yağ asitliği tayinlerinden yararlanılmıştır. Bu tayinler sonucunda, tahinin, normal seviyede oleik asit içeren fıstıklarda ve soyada oksidasyonu sınırlandırdığı görülmüştür.

Çiğ ve kavrulmuş Pekan cinsi bademlerle yapılan bir başka çalışmada da, ürünün sabit sıcaklık (24°C) ve farklı iki bağıl nem (%55 ve %65) koşullarında depolanması sonucunda, oksidatif stabilite, peroksit sayısı, serbest yağ asitliği gibi kimyasal yöntemler yanında fiziksel ve duyuşsal metotlarla izlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, farklı bağıl nemde depolamanın çiğ ve kavrulmuş fıstıklarda bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür (Ericson ve ark., 1994).

Peroksit sayısının belirlenmesi, yağ kalitesini gösteren önemli bir indikatör olsa da acılaşmış bir yağ tekrar işlenerek düşük bir peroksit değeri verecek hale getirilebilmektedir. Bu nedenle de, yağ kalitesi belirlenirken, peroksit sayısını tek başına bir indikatör olarak kullanmak yerine, sonucu Anisidine testleri veya Ransimat metodu gibi yöntemlerle de desteklemek gerekmektedir (Hamilton ve Bhati, 1989).

Ransimat, tümüyle otomatik bir sistem olup 100-140°C sıcaklık aralığında çalışabilmektedir. Son noktanın belirlenmesi, ikincil ürünler olan organik uçucu asitlerin destile suyun iletkenliğini değiştirmesi ile (elektriksel olarak) yapılmaktadır. Hızlı bir metot olup, tekrarlanabilirliği yüksektir. Aynı anda 6 numune ile çalışabilmek mümkün olmaktadır (Frank ve ark., 1982, Woestenburg ve Zaalberg, 1986).

Fındığın yağ içeriği, dayanıklılığı ve yağ asidi kompozisyonunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, Gaz Kromatografisi (GC) yöntemi ile yağ asidi kompozisyonunun tayini ve Ransimat ile oksidasyona karşı dayanıklılığın test edilmesine çalışılmıştır (Bonvehi ve Coll, 1993).

Yağ oksidasyonunun izlenmesinde kullanılan önemli bir diğer yöntem de, oksidasyon sonucu ürünün lezzetini olumsuz yönde etkileyen maddelerin oluşması nedeniyle, acılaşmanın duyuşsal analizle takibidir. Duyusal metotlardan, en yaygın olarak kullanılanı tanımlayıcı analizdir. Tüm tanımlayıcı analiz metotları, 5-100 kişilik eğitilmiş bir panel ile bir ürünün duyuşsal özelliklerinin teşhisi ve

tanımlanmasını içermektedir. 5-10 kişilik küçük bir panel, raftaki bir ürün için kullanılırken, daha büyük paneller, küçük farklılıkların önemli olduğu büyük miktarda üretilen bira ve alkolsüz içecekler gibi ürünler için kullanılmaktadır (Meilgaard ve ark., 1999).

En yaygın olarak kullanılan tanımlayıcı analiz metotları, “Lezzet Profili Metodu”, “Doku Profili Metodu” ve “Kantitatif Tanımlayıcı Analiz Metodu”dur. Bunlardan lezzet profili yöntemi, gıdanın lezzetinin kalitatif ve kantitatif özelliklerini ayrıntılı bir şekilde ortaya koyan bir teknik olarak bilinmektedir. Farklılık testlerinden ayrı olarak, lezzet profil analizi yönteminde bir gıdanın tüm lezzeti ve lezzeti oluşturan bileşenlerin birbirleri ile olan ilişkileri incelenmektedir. Doku profili analizinde ise gıdanın doku kompleksinin mekanik, geometrik, yağ ve nem özellikleri ile söz konusu özelliklerin, gıdanın ilk ağza alınışından yutulmasına kadar geçen aşamalarındaki değişimlerini gösteren bir duysal değerlendirme tekniği olarak tanımlanmaktadır (Meilgaard ve ark., 1999). Bu tanımlayıcı analiz teknikleri, özellikle de raf ömrü çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı tekniklerle üretilen fıstık ezmesi arasındaki kalite farklılıklarının değerlendirildiği bir çalışmada, 12 kişiden oluşan bir panel düzenlenerek, fıstık ezmesi için karakteristik olan 12 özelliğin değerlendirilmesi istenmiştir. Çalışmada kullanılan tanımlayıcı özellikler, bunların tanımı ve referansları Tablo 2.7.’de gösterilmektedir (Ressurreccion, 1988).

Tablo 2.7. Fıstık ezmesi için kullanılan tanımlayıcı özellikler, tanımları ve referanslar (Ressurreccion, 1988).

Tanımlayıcı Özellik	Tanım	Referans
Fasülyemsi/Çiğ	Pişmemiş fasulye ya da bezelye lezzeti	Çiğ fıstık taneleri
Acı	Ağız vasıtasıyla uyarılan ve dilin arka kısmında yer alan tat tomurcukları, kafein, kinin ve belirli alkaloidler tarafından karakterize edilen	Suda çözünmüş kafein
Mukavva	Oksidize sütün karakteristik lezzet kusurları	Islatılmış karton
Toprağımsı/çiğ patates	Toprak kokusunun benzeri olan fıstık kabuğu kokusu	Kırılmış fıstık kabukları
Meyvemsi	Aromatik veya meyve benzeri koku	-
Metalik	Demir ya da bakır kontaminasyonunun neden olduğu kusur	Kutu ananas suyu
Tatma sonrası küflü koku	Tatma sonrası kalan rutubet, yetersiz havalandırılmış mahzen kokusu, benzeri koku	2, 5 dimetilpirazin (sünger üzerine 1 damla)
Küflü koku	Rutubet, yetersiz havalandırılmış mahzen kokusu, benzeri koku	2, 5 dimetilpirazin (sünger üzerine 1 damla)
Kavrulmuş	Kavrulmuş fıstık yağı kokusu, fıstık benzeri aromayı farketme	Kavrulmuş fıstık taneleri
Tuzlu	Sodyum klorür lezzetini çağrıştıran tadı hissetme	NaCl
Ürünün temelde tatlı olması	Fark edilen doğal tatlılık derecesi	Portakal, ananas ve limon ekstraktlarının karışımı
Dil acıtma/boğaz yakma	Dil ya da boğazdaki keskin acıma hissinin derecesi	Hiçbir şey kullanılmamaktadır

Muego-Gnanasekharan ve Resurreccion (1992) tarafından yapılan bir çalışmada da, farklı sıcaklıklarda depolanan fıstık ezmesinin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada renk ölçümleri, enstrümental doku analizleri ve yağ ayrılmasının ölçülmesi yanında, tanımlayıcı analiz tekniği ile panelistlere 7 lezzet ve 4 doku özelliğini değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirilen lezzet özellikleri; çiğ, pişmiş, kavrulmuş, acılaşmış, mukavvamsı tat, tatlılık ve acılık, dokusal özellikler ise; yağlılık, yapışkanlık, sakızımsı yapı ve tanecikli yapıdır. Fıstık ezmelerine stabilizatör ilavesinin, ürünün fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkisinin

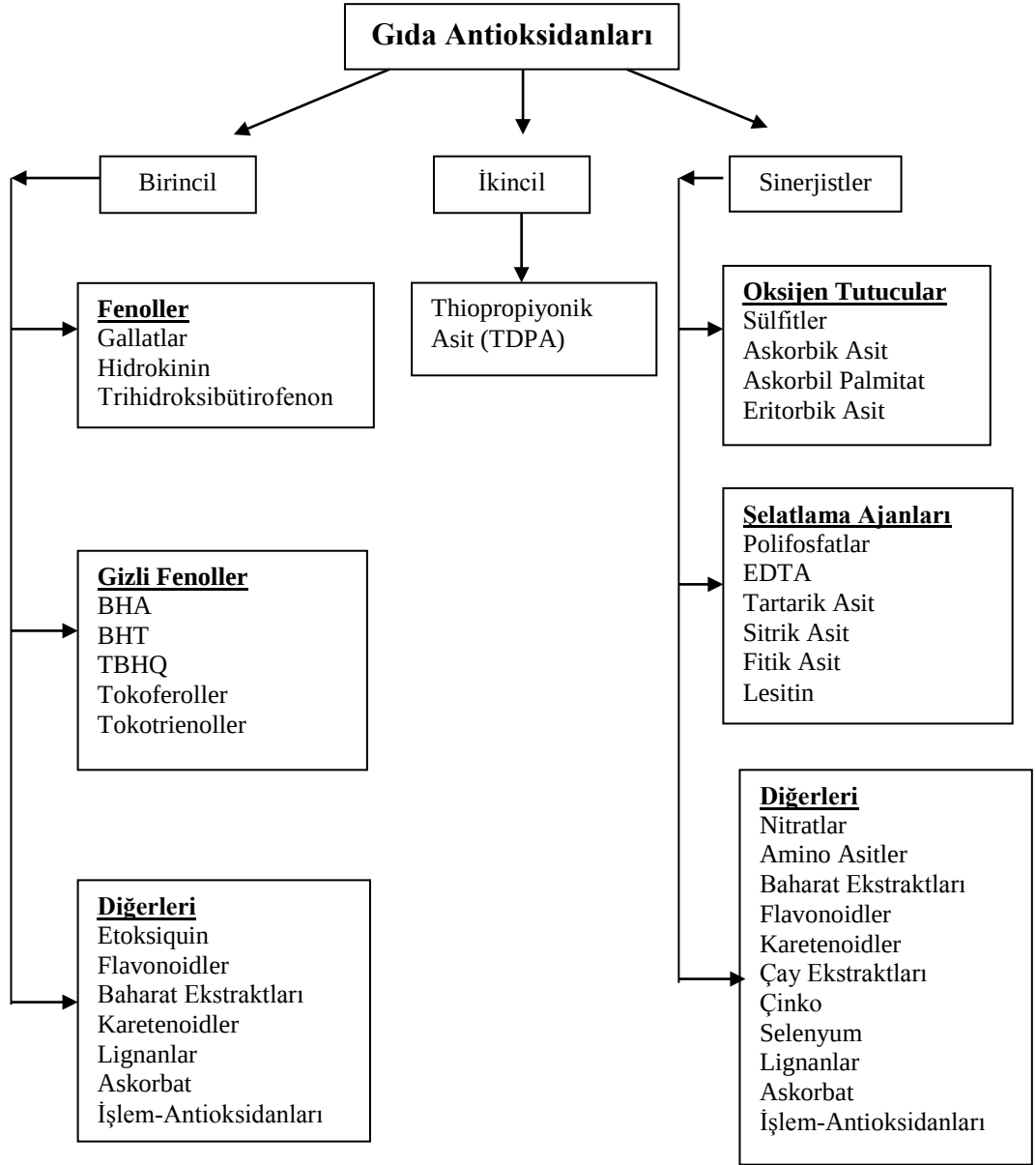
araştırıldığı bir başka çalışmada da, bu özelliklere ilaveten ürünün ağız kaplama ve ağız kuruluğu özellikleri, sürülebilirlik, sertlik ve tuzluluk da değerlendirilmiştir (Gills ve Resurreccion, 2000). Yapılan bir diğer çalışmada ise, sıcaklığın ve ekstraksiyon işleminin fıstık ezmesinin rengi, dokusu ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tanımlayıcı analiz ile üründe çiğ, pişmiş, kavrulmuş, tebeşirimsi tat, kükürt tadı, tatlılık ve acılık değerlendirilmiştir (Muego-Gnanasekharan ve Resurreccion, 1993).

2.3.4. Gıdalarda kullanılan antioksidanlar, çeşitleri ve kullanım amaçları

Gıdaların raf ömrünü uzatmak ve acılaşıma oluşumunu önlemek için, antioksidanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar gıda maddesinin içinde kendiliğinden oluşabileceği gibi işlem sırasında da ürüne katılabilir. Antioksidanlar “okside olabilecek bir substrata göre düşük konsantrasyonlarda bulunduğunda, bu substratın oksidasyonunu önemli ölçüde geciktiren veya önleyen maddeler” olarak tanımlanmıştır (Eskin ve Robinson, 2001). İdeal bir antioksidanın sahip olması gereken özellikler şunlardır (Özçelik, 2001):

- Kullanımında sağlık açısından bir sakınca olmamalıdır.
- Gıdanın tat, koku veya lezzetini değiştirmemelidir.
- Düşük konsantrasyonlarda dahi etkili olmalıdır.
- Gıdaya kolaylıkla karıştırılabilmelidir.
- Fırınlama veya pişirme işlemleri sonrasında dahi aktivitesini sürdürebilmelidir.
- Fiyatı ucuz olmalıdır.

Gıda antioksidanları temel olarak üç gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.3.). Farklı tip gıdalar için, en iyi sonucu veren antioksidanın seçilmesi oldukça önemlidir. Bazı durumlarda, tek bir antioksidan yerine antioksidan karışımları veya sinerjistik etki gösteren maddeler ile birlikte kullanımı da söz konusu olabilmektedir. Örneğin, mayonez gibi yüksek yağ içeriğine sahip emülsiyonlarda tokoferolün tek başına veya askorbik asit ve lesitin ile birlikte kullanımının olumlu sonuçlar verdiğine ilişkin çok sayıda çalışma mevcuttur (Meyer ve Jacobsen, 1996, Jacobsen ve ark., 1999b, Jacobsen ve ark., 2000, Jacobsen ve ark., 2001a, Jacobsen ve ark., 2001b).



Şekil 2.3. Gıda antioksidanlarının sınıflandırması (Eskin ve Robinson, 2001).

Yağ oranı yüksek olan fıstık ve ürünlerinde ise, oksidasyonun önlenmesi için, bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA), propil gallat, askorbat veya bu antioksidanların kombinasyonlarının kullanımı söz konusudur (Sanders, 1993). Örneğin, Macadamia cinsi bademlerde, %20 BHA ve %20 BHT karışımının, ürünün raf ömrünü uzattığı yönünde çalışmalar mevcuttur (Cavaletto ve Yamamoto, 1971). Tokoferol karışımlarının da, badem ve ürünleri için etkin bir antioksidan olduğu bilinmektedir (Anon., 2002b).

Tokoferoller ve ilişkili maddeler (tokoller, tokotrienoller), bazı bitkisel yağlarda, tohumlarda ve diğer bitkisel ürünlerde, yüksek konsantrasyonlarda (1000 ppm'e kadar) bulunan bileşiklerdir. Özellikle, buğday tohumu, mısır ile ayçiçeği ve pamuk tohumu yağı, suda kesinlikle çözünmeyen bu maddelerce zengindir (Larson, 1997). Tokoferoller, gıda sanayiinde yaygın olarak kullanılan primer antioksidanlar olup, doğrudan serbest radikallere ve böylelikle de yağın hidroperoksitlere parçalanması prosesine etki etmektedirler (Jacobsen ve ark., 2001a). Tokoferollerin antioksidatif etkileri $\delta > \gamma > \beta > \alpha$ sırasını izlemektedir. Ancak, başta sıcaklık olmak üzere bazı faktörlerden dolayı söz konusu türevlerin antioksidan aktiviteleri etkilenmekte ve birbirleriyle kıyaslandığı zaman verimlilikleri değişebilmektedir (Altuğ, 2001). Bunlardan en yaygın olarak kullanım alanı bulan α -tokoferol için Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde herhangi bir maksimum doz belirtilmemekte ve uygun teknolojinin gerektirdiği miktarda kullanımı tavsiye edilmektedir (Türk Gıda Kodeksi, 1997).

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Erciş’de doğdu. 1995 yılında İSTEK Vakfı Uluğbey Lisesi’nden mezun oldu. 1995-1999 yıllarında İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimini tamamladı. 1999 yılında yüksek lisansına aynı bölümün Gıda Mühendisliği Programı’nda başladı. 2000 yılında araştırma görevlisi olarak göreve başladığı İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nde halen görevini sürdürmektedir. Gıda Mühendisliği Bölümü’nde verilmekte olan Kütle Aktarımı, Duyusal Analiz, Gıda Mühendisliği Tasarımı II derslerinde 2 yıldır aktif olarak görev almaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan badem (Karışık tip) ve pudra şekeri Patisserie d'ARC Kemer Pastanesi (Antalya), maltoz şurubu (43-45 DE) ise Cargill Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş. firması tarafından temin edilmiştir.

Ürünün kalitesini ve raf ömrünü iyileştirmek amacıyla kullanılan katkılardan Palsgaard 6111®, Teknarom Gıda Katkı Maddeleri San. ve Tic. Ltd. Şti. tarafından, tokoferol karışımı ise F. Hoffmann-La Roche Ltd. tarafından temin edilmiştir.

Analizlerde ise Merck firmasından temin edilen kimyasal malzemeler kullanılmıştır.

Badem ezmeleri, 7 farklı formülasyon ve her güne ait 3 kontrol olmak üzere 10 çeşit olarak Antalya-Kemer Pastanesi'nde üretilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen badem ezmesi çeşitlerine ait deneme planı Tablo 3.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Üretimi gerçekleştirilen badem ezmesi çeşitlerine ait deneme planı

1. Deneme	%20 Maltoz şurubu + %0.5 Stabilizatör 200 ppm Antioksidan + %20 Maltoz Şurubu Kontrol 1 (K1)
2. Deneme	200 ppm Antioksidan + %0.5 Stabilizatör 200 ppm Antioksidan + %20 Maltoz Şurubu + %0.5 Stabilizatör Kontrol 2 (K2)
3. Deneme	200 ppm Antioksidan % 20 Maltoz Şurubu %0.5 Stabilizatör Kontrol 3 (K3)

Kontrol örneklerine hiç bir katkı maddesi ilave edilmemiş olup geleneksel yöntemle sadece badem, pudra şekeri ve çok az miktarda su kullanılarak üretilmiştir. Badem ezmesi üretimi, “Pataman” olarak isimlendirilen cihazın kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çiğ bademler yıkandıktan sonra, kaynar su içine atılarak yaklaşık olarak 5 dakika haşlanmıştır. Haşlanmış bademler mermer tezgahlar üzerine alınarak bez ile kurulanmış ve kabukları ayıklanmıştır. Elde edilen badem içi, belirli oranlarda

pudra şekeri ilavesiyle “Pataman” makinesinde öğütülmüştür. İstenilen dokuyu sağlayabilmek açısından öğütme işlemi üç defa tekrar edilmiştir. Karışım, az miktarda su ilavesiyle mermer tezgahlar üzerinde yoğrulmuştur. Son olarak, yoğrulup fitil şeklinde kesilen ürün paketlenmiştir.

Katkı maddesi kullanılan örneklerde ise, antioksidan ve stabilizatör ilavesi Pataman makinasında yapılan öğütme işleminin üçüncü tekrarında, maltoz şurubu ilavesi ise yoğurma aşamasında yapılmıştır. Kullanılan maltoz şurubu, toplam şeker miktarının %20’sini oluşturmaktadır. Antioksidan miktarı ise örnekteki 1 kg yağ başına 200 ppm olacak şekilde ayarlanmıştır. Kullanılan stabilizatör, kütlenin %0.5’ini oluşturmaktadır.

3.2. Metot

Çalışmada, kullanılan badem ve badem ezmesinin içeriklerini belirlemek üzere nem, kül, protein, toplam yağ ve toplam şeker analizleri yapılmıştır. Üründe meydana gelen nem kaybının takip edilebilmesi açısından, nem tayinleri 5., 12., 19. ve 26. günlerde de yapılmıştır. Ayrıca, bademlerin yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi için Gaz Kromatografisi yöntemi uygulanmıştır. Örneklerin raf ömrünün tespiti ve kontrolü için ise peroksit sayısı, serbest yağ asitliği ve Ransimat analizleri, duyu analizi ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

3.2.1. Kompozisyon ve karakterizasyon analizleri

Badem ezmelerinin içeriğinin tespit edilmesi ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi için aşağıdaki analizler yapılmıştır.

3.2.1.1. Nem miktarı tayini

Nem miktarı, AOAC’nin 925.45 no.lu yöntemine uygun olarak Memmert UM400 model etüv ile tayin edilmiştir (AOAC, 1990). Homojen bir şekilde karıştırılan ürünler, 100°C’de sabit tartıma ulaşıncaya kadar kurutulmuş ve ürünün nem miktarı ağırlık kaybı cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.1.2. Kül miktarı tayini

Kül miktarı tayini için, Sistek-ST 20000 marka kül fırını kullanılmıştır. Örnekler önce alkolle, daha sonra ise fırında 550°C sıcaklıkta yakılarak kül miktarı tayin edilmiştir (TSE, 1987).

3.2.1.3. Protein tayini

Protein tayini, AOAC'nin 950.48 no.lu yöntemine uygun olarak Kjeldahl yöntemiyle VELP SCIENTIFICA-UDK 126 A marka protein tayin cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990). Ancak, yöntemde kullanılan katalizörler, bakır sülfat ve potasyum sülfat olarak modifiye edilmiştir. 420°C'de 30 dakika süre ile yakılan örnekler destile edilmiş ve daha sonra da hidroklorik asit ile titre edilerek sarfiyat bulunmuştur. Sarfiyattan yola çıkılarak azot miktarı, bulunan değerin, bademler için 5.18 olan çevirme faktörü ile çarpılmasıyla da protein miktarı hesaplanmıştır.

3.2.1.4. Yağ tayini

Yağ miktarı, AOAC'nin 948.22 no.lu metoduna göre Soxhlet yöntemiyle tayin edilmiştir. 2 g olarak tartılan örnekler, 16 saat süreyle hegzanla ekstrakte edilmiştir. Hegzan döner buharlaştırıcıyla uçurulduktan sonra tartım yapılmış ve ürünlerdeki yağ miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.1.5. Toplam şeker tayini

AOAC 923.09 no.lu metoda göre Lane-Eynon yöntemiyle toplam şeker miktarı tayin edilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.1.6. Gaz kromatografisi ile yağ asidi kompozisyonunun tayini

Thermo Quest marka Trace-GC 2000 model gaz kromatografi cihazı ve Zebron DB-Wax model 30 m uzunluğunda ve 0,25 µm film kalınlığında kolon kullanılmıştır. AOAC 963.22 nolu metoda uygun olarak örneğin metil esterleri hazırlanmıştır (AOAC, 1990). Sıcaklık 165 °C'de 3 dk, 220 °C'de 1 dk ve 225 °C'de 3 dk olacak şekilde kademeli olarak arttırılmıştır. Sıcaklık artışı 5°C/dk, inlet sıcaklığı 250 °C, split flow 75, split ratio 50 ve taşıyıcı gazın hızı ise 1.5 ml/dk olarak sabit hıza ayarlanmıştır. Dedektör sıcaklığı 250 °C'dir.

3.2.2. Raf ömrünün takibi için yapılan analizler

3.2.2.1. Badem yağının ekstraksiyonu

Kavanozlara doldurulan badem ezmesi üzerine 250 ml petrol eteri doldurularak bir gece bekletilmiş ve soğuk ekstraksiyon yöntemiyle yağ ekstrakte edilmiştir. Petrol eteri, döner buharlaştırıcı kullanılarak uzaklaştırılmıştır.

3.2.2.2. Peroksit sayısı tayini

AOAC 965.33 no.lu metoduna uygun olarak titrimetrik yöntemle göre tayin edilmiştir (AOAC, 1990).

3.2.2.3. Serbest yağ asidi tayini

Serbest yağ asidi tayini, AOAC'nin 940.28 no.lu metoduna göre titrimetrik yöntemle yapılmıştır (AOAC, 1990). Sodyum hidroksit ile yapılan titrasyonla belirlenen sarfiyat kullanılarak, oleik asit cinsinden serbest yağ asitliği tayin edilmiştir.

3.2.2.4. Ransimat analizi

Metrohm 743 Ransimat modeli cihaz kullanılmıştır. Ransimat analizi 2.5 gr badem yağı kullanılarak, 120°C sıcaklıkta, 20 lt/saat hava hızında gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Duyusal analiz

Depolama sonucu üründe meydana gelen lezzet değişimleri tanımlayıcı analiz tekniği kullanılarak duyusal olarak analizlenmiştir. 10 farklı formülasyondaki örneğin değerlendirilmesi için, üç oturumda gerçekleştirilen panelde, panelistlerin 0 (yok) - 7 (kuvvetli) skalasını kullanmaları istenilmiştir. Panelistlere, lezzet ve doku karakteristiklerini değerlendirirken kullanmaları için Tablo 3.2. ve Tablo 3.3.'de görülen tanımlamalar verilmiştir.

Tablo 3.2. Lezzet karakteristikleri ve tanımlamaları

Karakteristik	Tanımı
Çiğ	Pişmemiş fasulye ya da bezelye lezzeti
Pişmiş	Suda haşlanmış fıstık tadı
Acılaşımiş	Yanmaya benzeyen, keskin dildeki acıma hissi (yağın acılığı)
Kartonumsu	Oksidize sütün karakteristik aroma kusurları
Tatlı	Farkedilen doğal tatlılık derecesi
Acı	Ağız vasıtasıyla uyarılan ve dilin arka kısmında yer alan tat tomurcukları kafein, kinin ve belirli alkaloidler tarafından karakterize edilir.

Tablo 3.3. Doku karakteristikleri ve tanımlamaları/değerlendirilmeleri

Karakteristik	Tanımı/Değerlendirilmesi
Yağlılık	Örneğin yüzeyindeki yağlı tabaka.
Yapışkanlık	Örneği azı dişlerinin arasına koy ve sıkıştır. Kırılmadan (kopmadan) önce sıkıştırılma derecesini ekmeye göre değerlendir.
Sakızımsılık	Örneği ağzına koy ve gıda parçalanmaya başlamadan önce dil ve damak arasında gıdanın döndürülerek parçalanmaya hazır hale getirilmesi aşamasını değerlendir.
Kumluluk	Ayvadaki tanecikli, kumlu doku.
Kuruluk	Örneğin dış yüzeyinin kurumasiyla ortaya çıkan çatlamalar.

3.2.4. Mikrobiyolojik analiz

Badem ezmesinin mikrobiyal kalitesinin tespiti için Dichloran Rose Bengal Agar (DRBC) agar kullanılarak küf analizi, Malt Extract Agar (MEA) kullanılarak da ozmofilik maya analizi gerçekleştirilmiştir. 25 gr badem ezmesi örneği üzerine 225 ml %0.1'lik peptonlu su ilave edildikten sonra stomacherde 2 dakika homojenize edilmiştir. Ekimler uygun dilüsyonlar hazırlanarak yüzey ekim yöntemiyle yapılmıştır. Örnekler, 25 °C'de, maya analizi için 3 gün, küf analizi için de 5 gün inkübe edilerek sayılmıştır (Faid ve ark., 1995).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kompozisyon ve Karakterizasyon Analizleri Sonuçları

Badem ve badem ezmesi üzerinde yapılan içerik analizlerinin sonuçları Tablo 4.1.'de gösterilmektedir. Kompozisyon analizlerinden elde edilen sonuçlar, Tablo 2.3.'deki değerlerle karşılaştırıldığında, analizlenen bademlerin nem, kül, protein, yağ ve toplam şeker kompozisyonlarının oldukça yakın olduğu görülmektedir (Anon., 2001).

Tablo 4.1. Kompozisyon analizlerinden elde edilen sonuçlar*

	% Nem	% Kül	% Protein	% Yağ	% Toplam Şeker
Badem	7,5	2,9	17,9	54,2	4,5
Badem Ezmesi	10,1	1,4	10,1	25,5	37,7

* Analiz iki tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Fıstık gibi ürünlerin dayanıklılığının genetik faktörler, fıstığın cinsi, alımı ve işlenmesi ve ham fıstıklardaki kompozisyon farklılıklarından etkilendiği bilinmektedir (Shewfelt ve Young, 1977). Benzer bir ürün olan badem ve badem ezmelerinde de, ürün stabilitesinin bu faktörlerden etkileneceği muhakkaktır. Farklı tip bademlerden elde edilen badem ezmelerinin kompozisyonlarının ve dolayısıyla da dayanıklılıklarının farklı olması bakımından ürün kompozisyonu önem taşımaktadır. Ayrıca, hammadde kalitesinin son ürün kalitesi üzerinde doğrudan etkisi olması nedeniyle kaliteli hammadde kullanmak esastır.

Çalışmada ayrıca, üründe zamanla meydana gelen kurumamanın takip edilebilmesi açısından 5., 12., 19. ve 26. günlerde düzenli olarak nem tayini yapılmıştır. Nem tayininden elde edilen sonuçlar Tablo 4.2. ve 4.3.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'de her iki sıcaklıkta depolandığında ürünlerin nem miktarı zamanla azalmış veya diğer bir ifadeyle örnekler kurumaya başlamıştır. 26. güne ait sonuçlara göre, en yüksek nem içeriğine sahip örneklerin maltoz şurubu ilave edilen örnekler olduğu görülmektedir. Maltoz şurubu gibi karışımların %20 oranında ilavesinin nem miktarını dengeleyerek olumlu sonuçlar verdiği bilinmektedir

(Minifie, 1989). 5. gün ve 26. gün depolama süresi içindeki örneklerde meydana gelen yüzde nem kaybı Tablo 4.4.'de özetlenmektedir.

Tablo 4.2. 30 °C’de depolanan badem ezmesinin nem tayini sonuçları*

Formülasyon	% Nem İçeriği			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	10,85	10,36	10,24	10,07
Antioksidan+Maltoz Şurubu	11,93	11,56	11,47	11,35
Kontrol 1 (K1)	8,95	8,23	8,09	7,86
Antioksidan+Stabilizatör	10,29	9,08	8,91	8,78
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	11,29	10,49	10,26	10,07
Kontrol 2 (K2)	9,05	8,35	8,13	8,02
Antioksidan	10,57	10,07	9,85	9,73
Maltoz Şurubu	11,54	11,13	11,02	10,96
Stabilizatör	9,38	8,97	8,73	8,64
Kontrol 3 (K3)	9,26	8,63	8,50	8,37

* Analiz iki tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Tablo 4.3. 4 °C’de depolanan badem ezmesinin nem tayini sonuçları*

Formülasyon	% Nem İçeriği			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	11,39	11,23	11,15	11,02
Antioksidan+Maltoz Şurubu	12,15	12,10	11,98	11,76
Kontrol 1 (K1)	10,01	9,70	9,54	9,40
Antioksidan+Stabilizatör	10,36	10,34	10,13	9,89
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	11,43	11,37	11,20	10,01
Kontrol 2 (K2)	10,04	9,84	9,76	9,53
Antioksidan	10,92	10,86	10,71	10,48
Maltoz Şurubu	12,14	11,84	11,66	11,51
Stabilizatör	10,15	10,09	9,85	9,66
Kontrol 3 (K3)	10,05	9,89	9,63	9,47

* Analiz iki tekrarlı olarak yürütülmüştür.

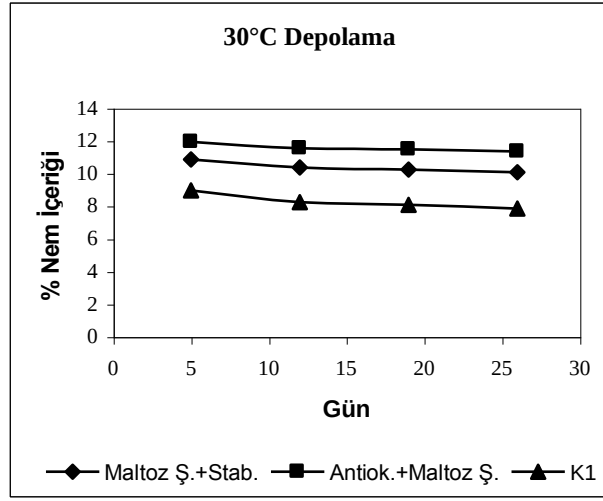
Tablo 4.4. 5. ve 26. gün depolama süreleri arasında 30 °C ve 4 °C’de depolanan badem ezmelelerinde meydana gelen yüzde nem kaybı

Formülasyon	% Nem Kaybı	
	30 °C	4 °C
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,78	0,37
Antioksidan+Maltoz Şurubu	0,58	0,39
Kontrol 1 (K1)	1,09	0,61
Antioksidan+Stabilizatör	1,51	0,47
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	1,42	1,22
Kontrol 2 (K2)	1,03	0,51
Antioksidan	0,84	0,44
Maltoz Şurubu	0,58	0,63
Stabilizatör	0,74	0,49
Kontrol 3 (K3)	0,89	0,58

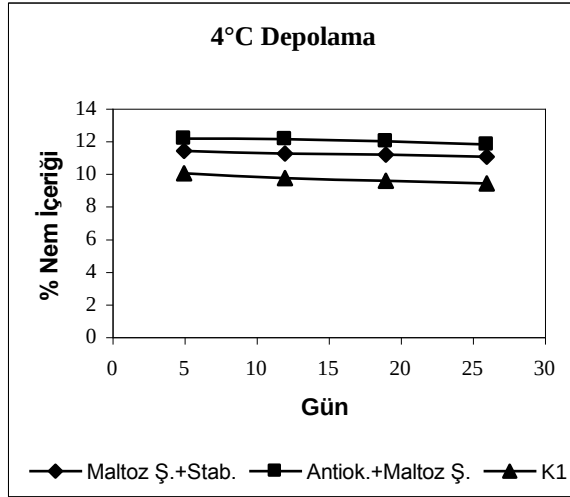
30 °C’de depolanan ürünlerde meydana gelen nem kaybı kuşkusuz daha yüksektir. Bu da üründe istenilmeyen bir durum olan kuruma ve yüzey çatlamaları gibi dokusal bozukluklara neden olmaktadır. Bu nedenle, 4 °C’de depolama kurumayı geciktirmek açısından da faydalı olacaktır.

Formülasyonlar incelendiğinde ise, en yüksek orandaki nem kaybının, stabilizatör ilave edilen örneklerde görüldüğü saptanmıştır. Bu durum, gerek ürünün kuru madde miktarını arttırması gerekse de yağ sızmasını önleyen stabilizatörün yüzeyde kuru bir tabaka oluşumuna yol açması ile açıklanabilmektedir.

Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3. tüm örneklerde zamanla meydana gelen nem kaybını belirgin bir şekilde göstermektedir. Bu nem kaybı sonucu, ürünün yüzeyinde zamanla oluşan kuru tabaka ve çatlamalar, ürünün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle de maltoz şurubu ilavesi, hem nem kaybını azaltmak hem de ürünün dokusal özelliklerini korumak bakımından etkili bir çözüm bir yolu olabilmektedir (Potter ve Hotchkiss, 1995).



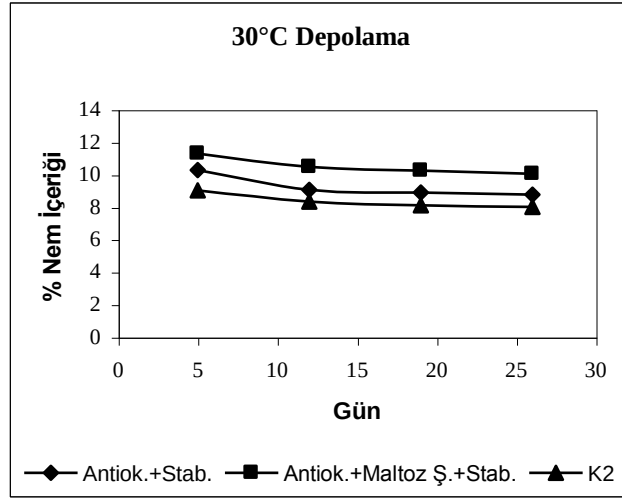
(a)



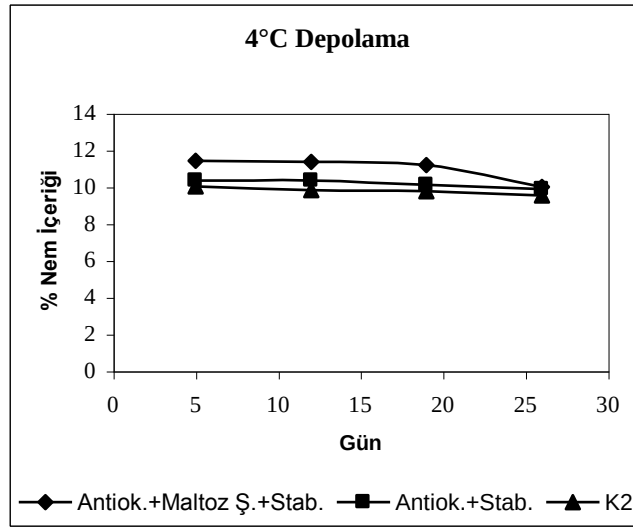
(b)

Şekil 4.1. Birinci denemeye ait örneklerin nem içeriklerinde meydana gelen değişim

(a) 30°C depolama (b) 4° C depolama

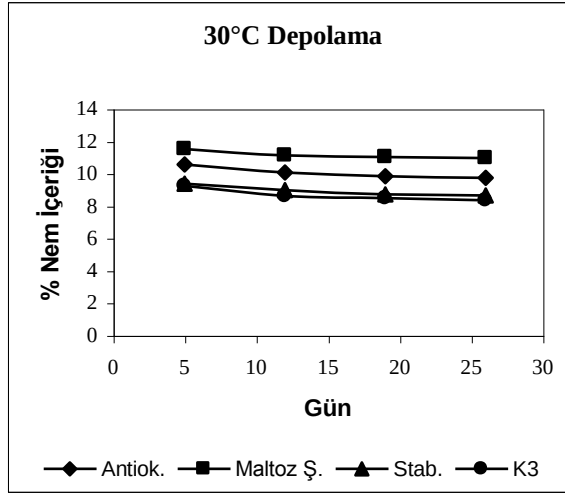


(a)

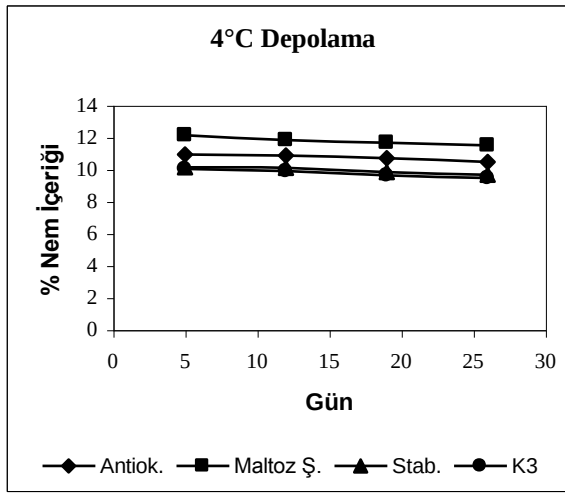


(b)

Şekil 4.2. İkinci denemeye ait örneklerin nem içeriklerinde meydana gelen değişim
(a) 30°C depolama (b) 4° C depolama



(a)



(b)

Şekil 4.3. Üçüncü denemeye ait örneklerin nem içeriklerinde meydana gelen değişim
(a) 30°C depolama (b) 4° C depolama

Gıdadaki nemin bazı durumlarda oksidasyonu teşvik ettiği bilinmektedir (Labuza, 1982). Yapılan bir çalışmada, yüksek nem içeriğine sahip fıstık ezmelerinde oksidasyonun hızlandığı ve bunun sonucunda lezzette hoş olmayan değişimlerin meydana geldiği görülmüştür (Felland ve Koehler, 1997). Bu nedenle, ürünün nem içeriği oksidasyon açısından da önem taşımaktadır.

Badem yağının yağ asidi kompozisyonunda en yüksek oranda oleik asit bulunmaktadır (Tablo 4.5.). Gaz kromatogramı Ek A'da gösterilmektedir. Amerika'da yetiştirilen bademlerle yapılan bir çalışma sonucunda Kaliforniya tipi bademlerin yağ asidi kompozisyonu %68,0 oleik asit, %23,3 linoleik asit ve %6,6 palmitik asit olarak belirlenmiştir. Buna göre, analiz sonucunda belirlenen yağ asidi kompozisyonu, Tablo 2.4.'de gösterilen değerlerle uygunluk göstermektedir (Hamilton ve Bhati, 1987). Aradaki farklılıklar, ürünün yağ asidi kompozisyonunun yetiştirildiği bölgeye ve ürünün cinsine göre değişmesiyle açıklanabilmektedir (Holaday ve Pearson, 1974; Hamilton ve Bhati, 1987). Yağ asidi kompozisyonunun ürünün dayanıklılığı üzerindeki etkisi bilinmektedir. Örneğin, fıstıklarla yapılan bir çalışmada, oleik asitçe zengin fıstıkların peroksit değerinin diğer fıstıklara göre daha düşük olduğu bulunmuştur (Braddock ve ark., 1995). Bu anlamda da yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi önemlidir.

Tablo 4.5. Badem yağının yağ asidi kompozisyonu

Yağ Asidi	% Miktarı
Palmitik asit (16:0)	6,0
Stearik asit (18:0)	1,9
Oleik asit (18:1)	72,5
Linoleik asit (18:2)	17,5
Linolenik asit (18:3)	1,0
Behenik asit (22:0)	0,5

4.2. Raf Ömrünün Takibi İçin Yapılan Analizlerden Elde Edilen Sonuçlar

4.2.1. Peroksit sayısı tayini

Peroksit sayısı tayininden elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 4.6. ve Tablo 4.7.'de, sıcaklığa göre karşılaştırmaları ise Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da verilmektedir.

Tablo 4.6. 30 °C'de depolanan badem ezmesinin peroksit sayısı*

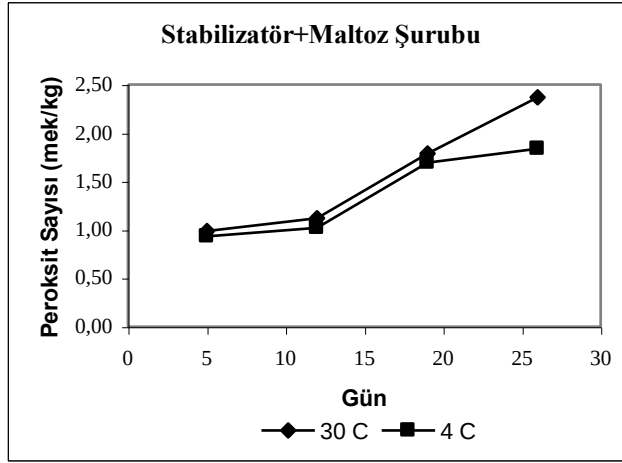
Formülasyon	Peroksit Sayısı (mek/kg)			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,99	1,12	1,79	2,37
Antioksidan+Maltoz Şurubu	1,00	1,08	1,26	1,28
Kontrol 1 (K1)	1,04	1,18	1,86	2,84
Antioksidan+Stabilizatör	0,96	1,09	1,31	1,22
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,96	1,03	1,22	1,52
Kontrol 2 (K2)	1,03	1,17	2,14	3,05
Antioksidan	1,00	1,09	1,24	1,31
Maltoz Şurubu	0,98	1,14	1,90	2,26
Stabilizatör	0,97	1,11	1,60	2,17
Kontrol 3 (K3)	1,03	1,13	2,35	3,14

* Analiz iki tekrarlı olarak yürütülmüştür.

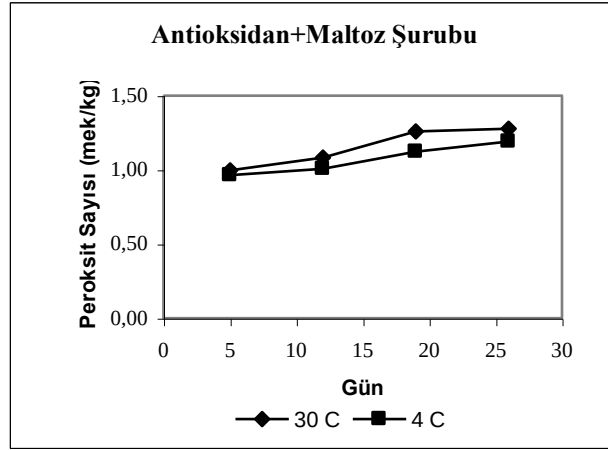
Tablo 4.7. 4 °C'de depolanan badem ezmesinin peroksit sayısı*

Formülasyon	Peroksit Sayısı (mek/kg)			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,93	1,02	1,69	1,84
Antioksidan+Maltoz Şurubu	0,97	1,01	1,12	1,19
Kontrol 1 (K1)	0,95	1,07	1,78	1,91
Antioksidan+Stabilizatör	0,90	1,04	1,18	1,21
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,92	1,00	1,11	1,19
Kontrol 2 (K2)	0,97	1,04	1,56	1,99
Antioksidan	0,92	1,00	1,05	1,23
Maltoz Şurubu	0,96	1,06	1,42	1,76
Stabilizatör	0,95	1,04	1,32	1,80
Kontrol 3 (K3)	0,97	1,07	1,65	2,35

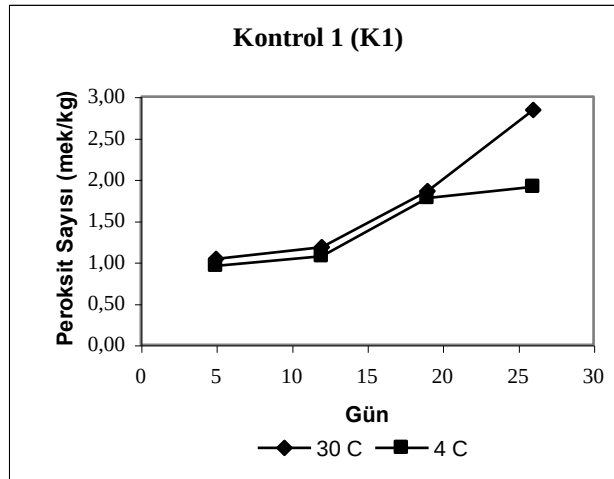
* Analiz iki tekrarlı olarak yürütülmüştür.



(a)

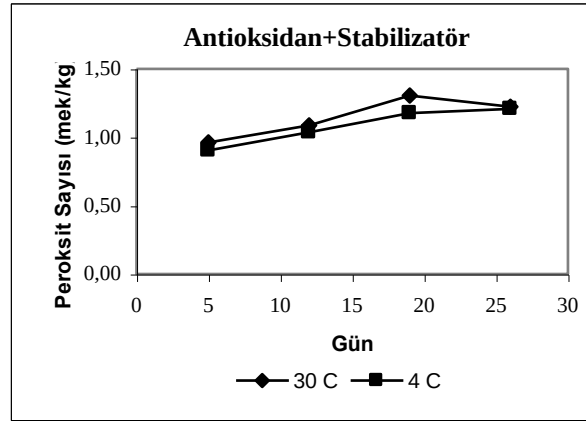


(b)

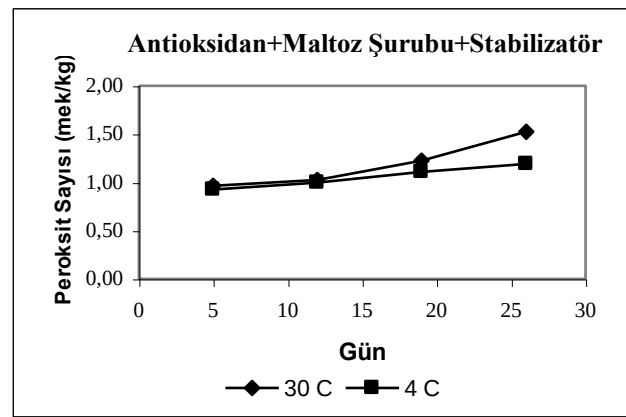


(c)

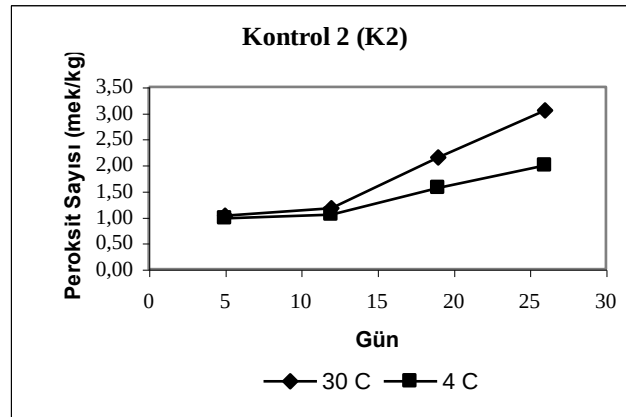
Şekil 4.4. Birinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki peroksit sayılarının karşılaştırılması (a) Stabilizatör+Maltoz Şurubu (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu (c) Kontrol 1



(a)

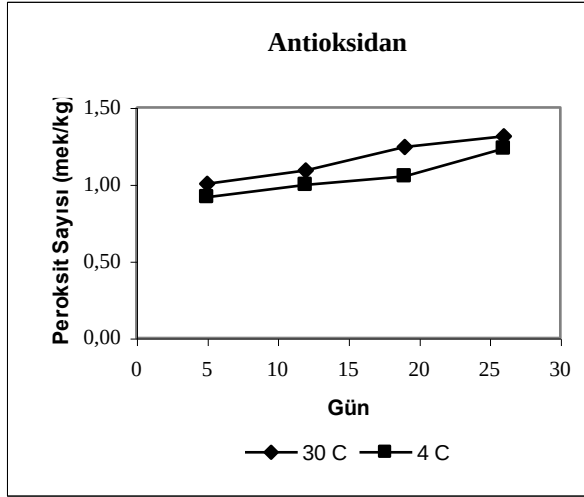


(b)

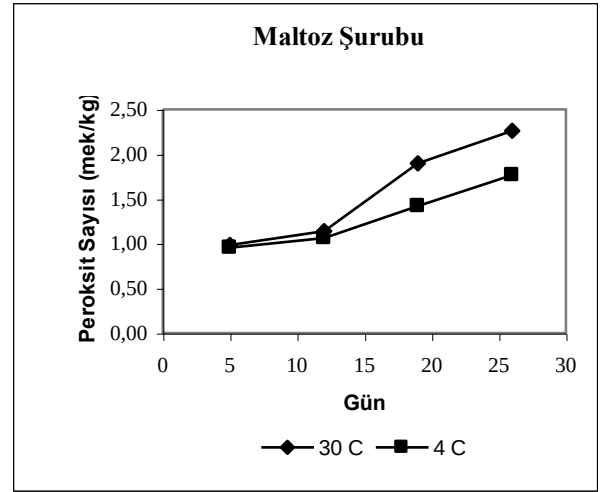


(c)

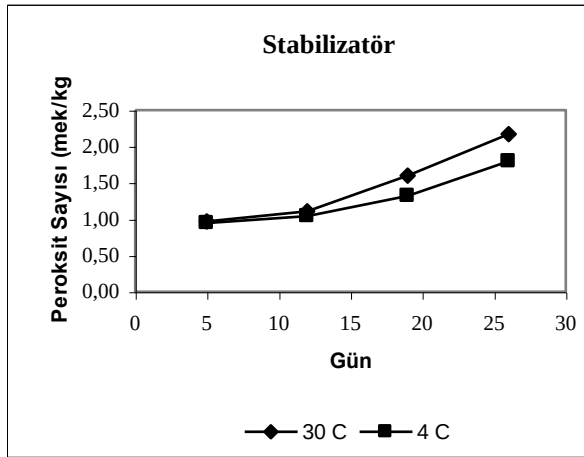
Şekil 4.5. İkinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki peroksit sayılarının karşılaştırılması (a) Antioksidan+Stabilizatör (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör (c) Kontrol 2 (K2)



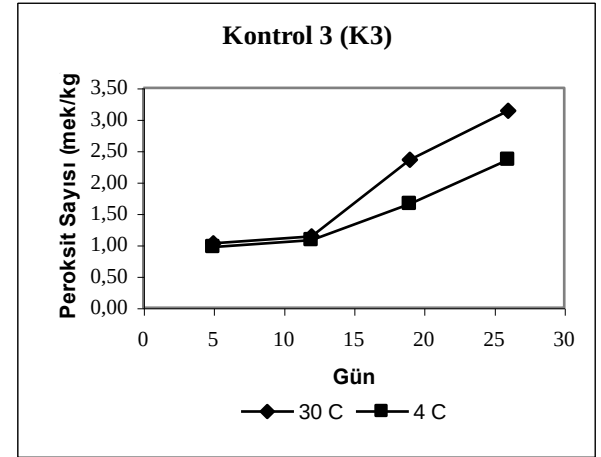
(a)



(b)



(c)



(d)

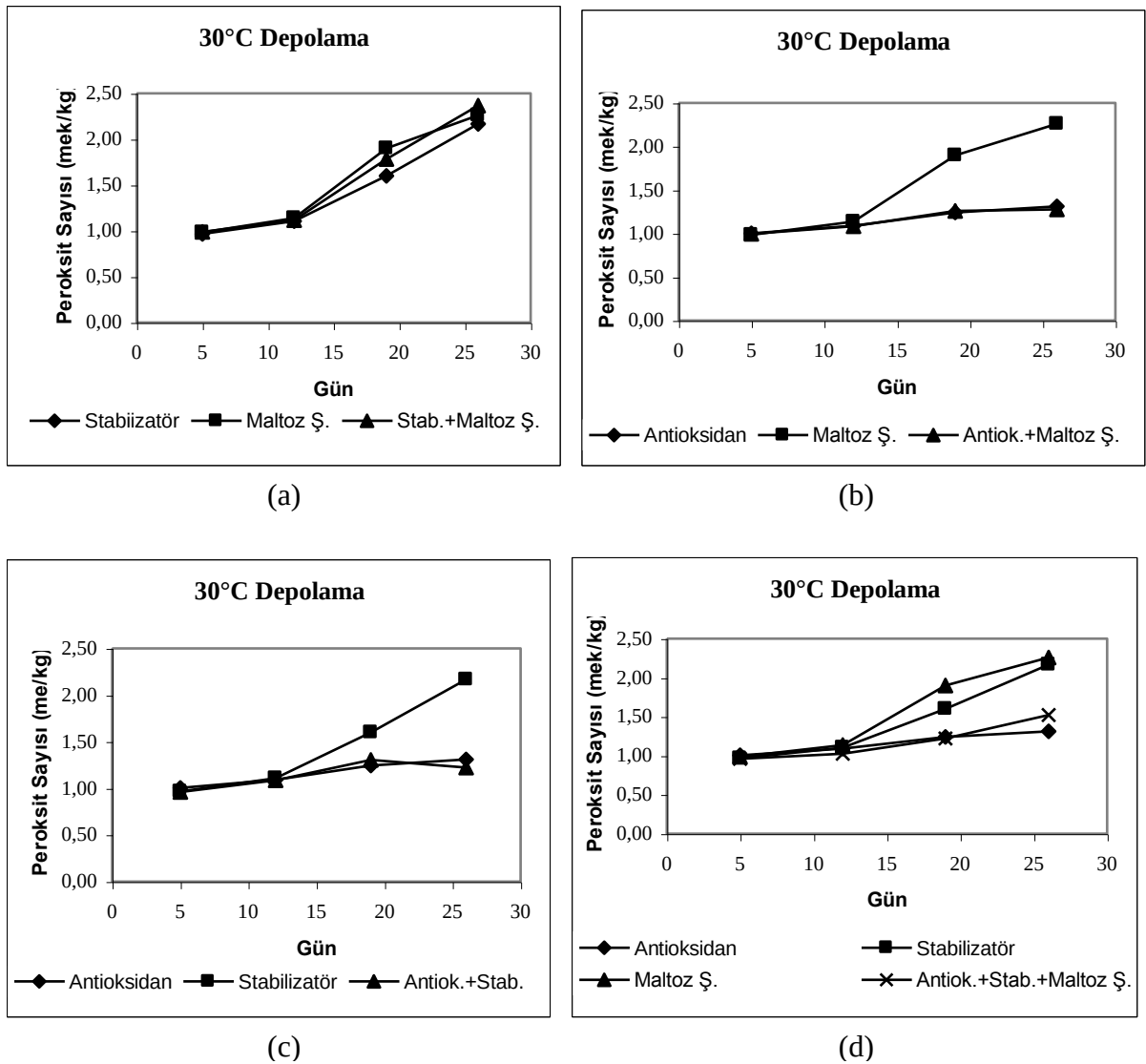
Şekil 4.6. Üçüncü denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki peroksit sayılarının karşılaştırılması (a) Antioksidan (b) Maltoz Şurubu (c)Stabilizatör (d) Kontrol 3 (K3)

Tablo 4.6. ve 4.7.’ye göre, ilk haftalar antioksidan ilave edilen örnekler ile kontrol örnekleri arasındaki farkın önemli olmadığı ancak son haftalarda farklılığın belirginleştiği görülmektedir. Çeşitli yağlara ilave edilen α -tokoferolün depolamanın ilerleyen aşamalarında daha etkin olarak fonksiyon gösterdiği belirlenmiştir (Blekas ve ark., 1995).

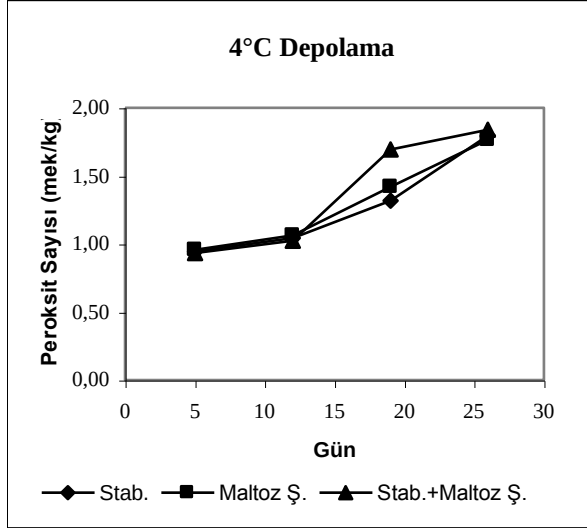
Şekil 4.4., Şekil 4.5 ve Şekil 4.6.’dan da görüldüğü gibi 4°C’de depolanan örneklerin peroksit sayısı 30 °C’de depolananlara göre daha düşüktür. Bu durum, sıcaklığın artmasıyla oksidasyon mekanizmasının hızlanması nedeniyle, beklenen bir

durumdur. Fıstık ezmeleriyle yapılan bir çalışmada 30 °C’de depolanan örneklere göre 50 °C’de depolanan örneklerde oksidasyon daha belirgin bir şekilde izlenmiştir (Muego-Gnanasekharan ve Resurreccion, 1992). Özellikle de antioksidan kullanılan formülasyonlarda, antioksidanın ve düşük sıcaklığın (4°C) birlikte etkisiyle peroksit sayısı en düşük çıkmıştır.

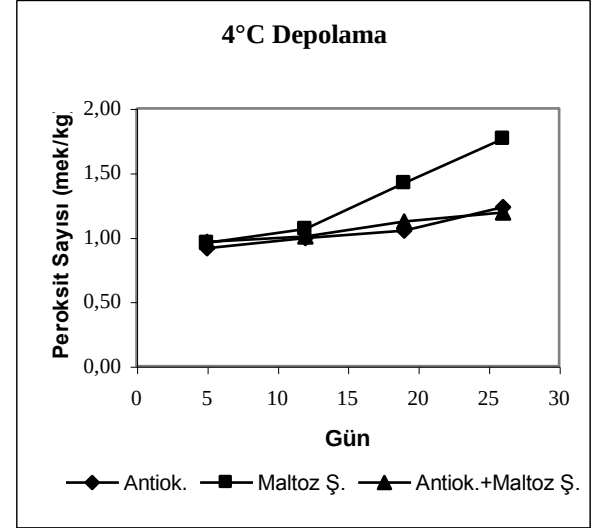
Her katkı maddesinin tek tek ve birlikte kullanımı ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.’de gösterilmektedir.



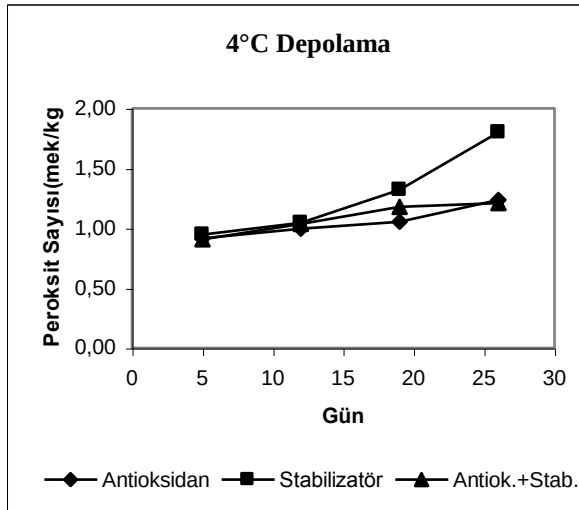
Şekil 4.7. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 30 °C’deki peroksit değerleri
 (a) Stabilizör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş.
 (b) Antioksidan-Maltoz Ş.- Antioksidan+Maltoz Ş.
 (c) Antioksidan-Stabilizör-Antioksidan+Stabilizör
 (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.



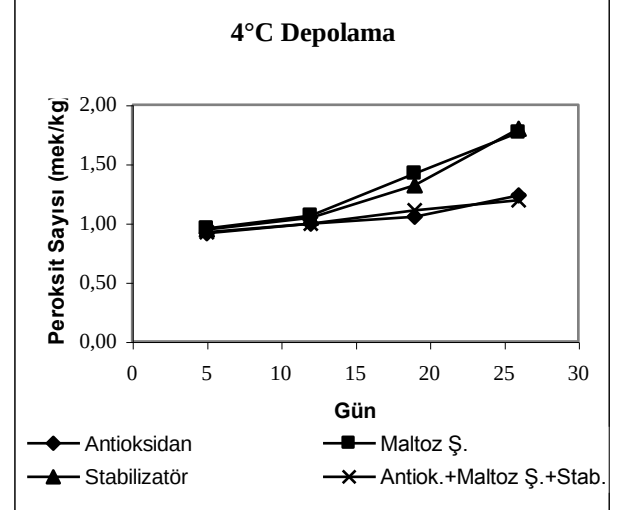
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.8. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 4 °C'deki peroksit değerleri

(a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş.

(b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş.

(c) Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör

(d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.

Şekil 4.7.'ye göre, sadece maltoz şurubu veya stabilizatör içeren örneklerin peroksit sayılarının yüksek olduğu ancak antioksidan ile birlikte ilave edildiklerinde düşük peroksit sayıları verdikleri görülmektedir. Tüm katkı maddelerinin birlikte kullanıldığı formülasyonun ise sadece antioksidan ilave edilen örneğe çok yakın peroksit değerleri vermesi, baskın olarak oksidasyonu engelleyen katkı maddesinin antioksidan olmasından kaynaklanmaktadır.

Benzer sonuçlar 4°C'de depolanan örneklerden de elde edilmiştir (Şekil 4.8.). Ancak artış eğiliminin benzer olmasına karşın, 4°C'deki peroksit sayıları 30°'dekilere göre daha düşüktür. Sıcaklık, oksidasyonu etkileyen bir faktör olmasının yanı sıra, antioksidanın etkinliğini de değiştirmesi bakımından önemlidir. Antioksidanların farklı sıcaklıklardaki etkinliğini inceleyen bir çalışmada düşük sıcaklıklarda bazı antioksidanların daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Ragnarsson ve ark., 1997).

Bunun yanında, her iki sıcaklıkta da değişik formülasyondaki örneklerle ait peroksit değerleri 5. ve 12. günlerde büyük bir farklılık göstermese de, 19. ve 26. günlerde farklılıklar belirginleşmiştir. Örneğin, 26. günde depolamada antioksidan ve stabilizatörün ayrı ayrı kullanılmasına göre birlikte kullanılması az da olsa daha olumlu bir etki göstermiştir. Bunun nedeni, yağ sızmasının sonucu olarak serbest hale geçen yağın daha kolay okside olma eğiliminin stabilizatör ilavesiyle engellenmesidir (Sanders ve ark., 1993). Dolayısıyla uzun dönemli depolamada, antioksidan ile birlikte stabilizatör ilavesinin oksidasyonu engellemekte etkili olabileceği tahminlenmektedir. Aynı şekilde antioksidan ile birlikte kullanılan maltoz şurubunun da depolamanın başlangıcında etkisi zayıf iken, 26. günde antioksidanın etkisini arttırdığı görülmüştür. Bu durum, ilave edilen maltoz şurubunun su aktivitesini arttırması ve bunun sonucunda da metal katalizinin azalması, serbest radikallerin bastırılması, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının teşvik edilmesi ve/veya oksijenin kullanılabilirliğinin engellenmesi yoluyla lipid oksidasyonunu yavaşlatması ile açıklanabilmektedir (Taub ve Singh, 1998). Tüm katkı maddelerinin birlikte kullanımı da özellikle depolamanın son haftasında etkili olmuş ve en düşük peroksit değerini vermiştir.

4.2.2. Serbest yağ asidi tayini

Serbest yağ asidi tayininden elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 4.8. ve Tablo 4.9.'da verilmektedir.

Tablo 4.8. 30 °C’de depolanan badem ezmesinin serbest yağ asitliği*

Formülasyon	Serbest Yağ Asitliği (%Oleik asit)			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,44	0,84	1,09	1,25
Antioksidan+Maltoz Şurubu	0,34	0,71	0,93	1,00
Kontrol 1 (K1)	0,46	1,19	1,29	1,57
Antioksidan+Stabilizatör	0,49	0,68	1,08	1,15
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,40	0,75	1,17	1,25
Kontrol 2 (K2)	0,37	1,44	1,44	1,75
Antioksidan	0,23	1,14	1,11	1,21
Maltoz Şurubu	0,38	0,92	1,39	1,53
Stabilizatör	0,30	1,18	1,25	1,31
Kontrol 3 (K3)	0,51	1,21	1,44	1,79

* Analiz iki tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Tablo 4.9. 4 °C’de depolanan badem ezmesinin serbest yağ asitliği*

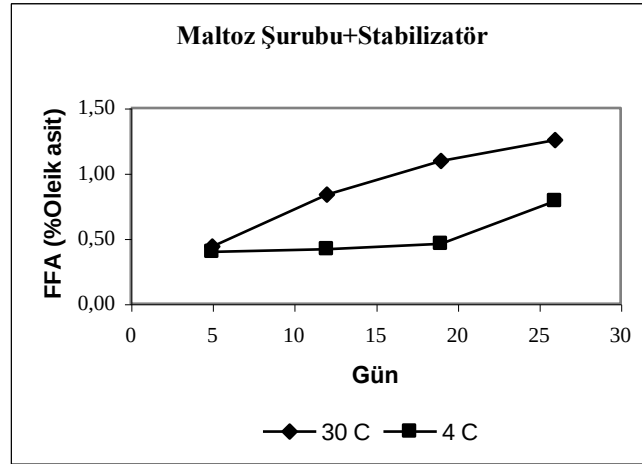
Formülasyon	Serbest Yağ Asitliği (%Oleik asit)			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,40	0,42	0,46	0,79
Antioksidan+Maltoz Şurubu	0,28	0,51	0,59	0,81
Kontrol 1 (K1)	0,45	0,53	0,62	1,01
Antioksidan+Stabilizatör	0,41	0,42	0,53	0,58
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	0,34	0,40	0,48	0,61
Kontrol 2 (K2)	0,39	0,50	0,65	1,01
Antioksidan	0,25	0,29	0,42	0,82
Maltoz Şurubu	0,40	0,46	0,55	1,00
Stabilizatör	0,28	0,39	0,50	0,58
Kontrol 3 (K3)	0,49	0,40	0,68	1,02

* Analiz iki tekrarlı olarak yürütülmüştür.

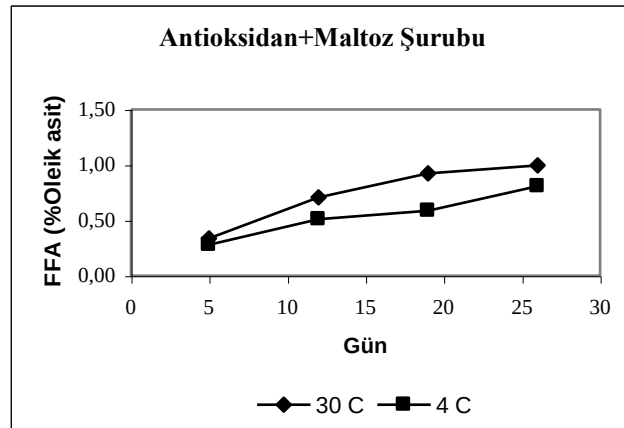
Serbest yağ asitliği değerlerine göre, ilk haftalar birbirine yakın değerler elde edilmiş, ancak özellikle son hafta kontrol örnekleriyle antioksidan kullanılan örnekler arasındaki farklılıklar belirginleşmiştir. Bunun nedeni serbest yağ asitliğinin

daha ziyade uzun süreli depolama çalışmalarında kullanılan bir indikatör olmasıdır (Maskan ve Karataş, 1999).

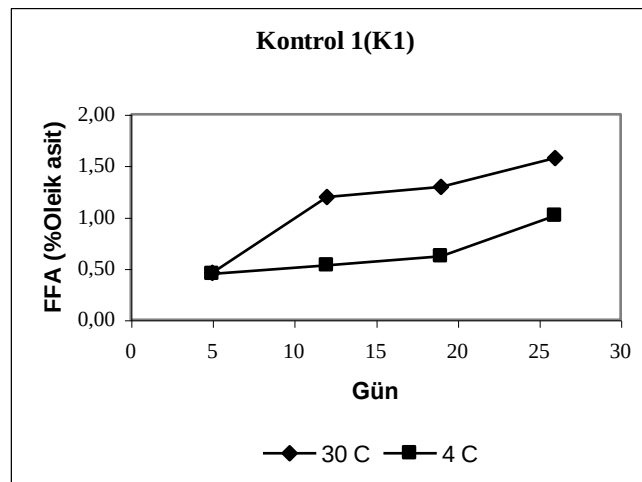
Serbest yağ asitliği değerleri de peroksit sayısına benzer olarak 30 °C’de depolanan örneklerde daha yüksek ık mıştır. Bu ise düşük sıcaklıklarda oksidasyon mekanizmasının yavaşladığının göstergesidir (Labuza, 1982; Hamilton, 1989; Chu ve Hsu, 1999).



(a)

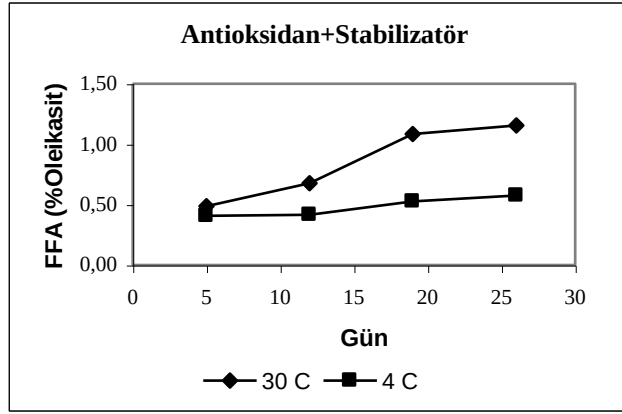


(b)

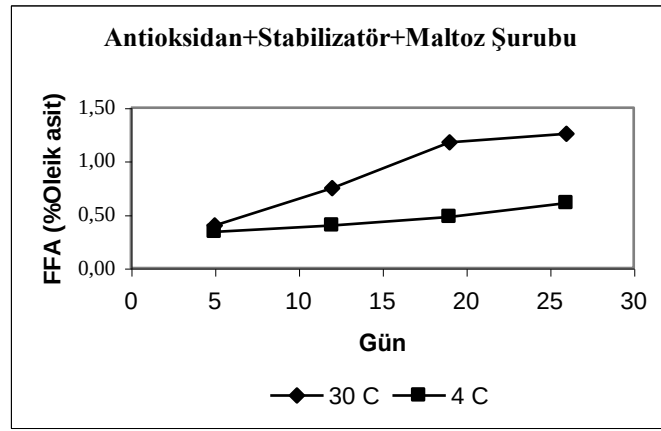


(c)

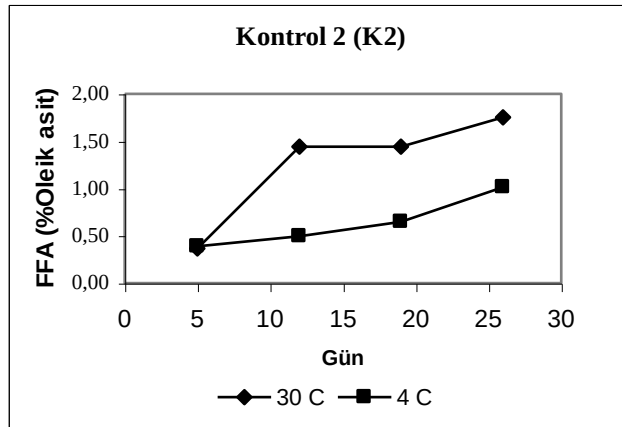
Şekil 4.9. Birinci denemeye ait badem ezmelерinin 4 °C ve 30°C’deki serbest yağ asitliği değеrlerinin karşılaştırılması (a) Stabilizatör+Maltoz Şurubu (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu (c) Kontrol 1



(a)

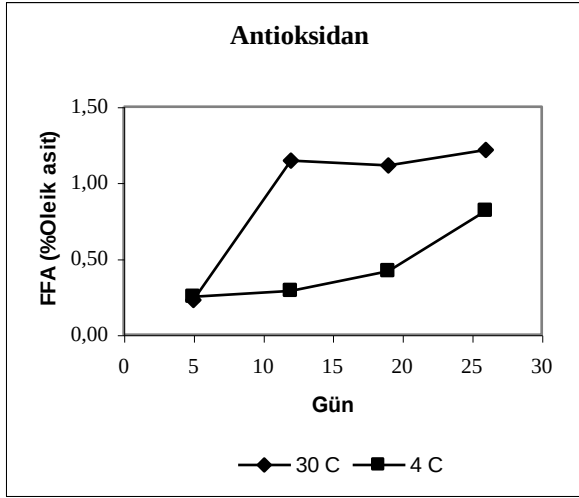


(b)

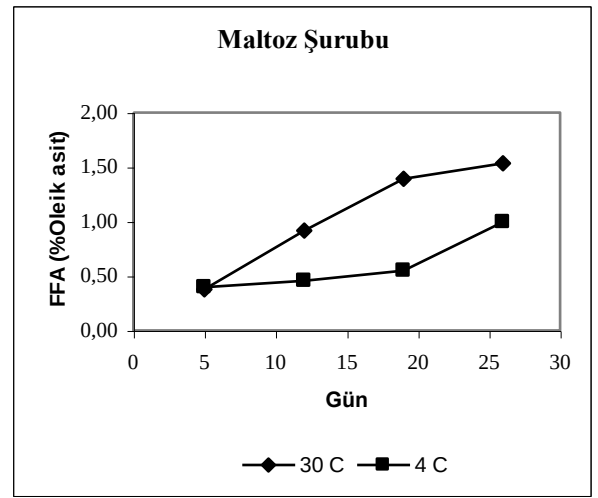


(c)

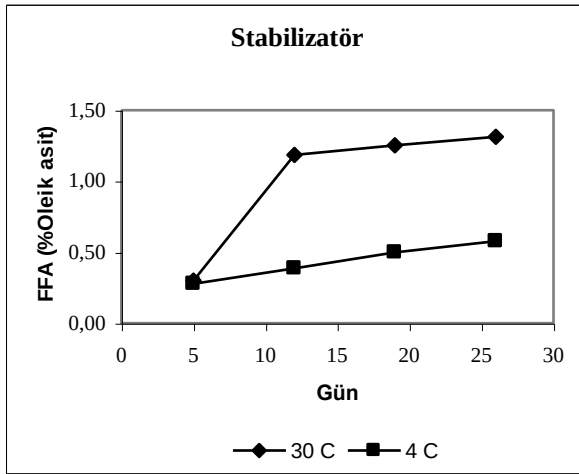
Şekil 4.10. İkinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki serbest yağ asitliği değerlerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan + Stabilizatör (b) Antioksidan + Maltoz Şurubu + Stabilizatör (c) Kontrol 2 (K2)



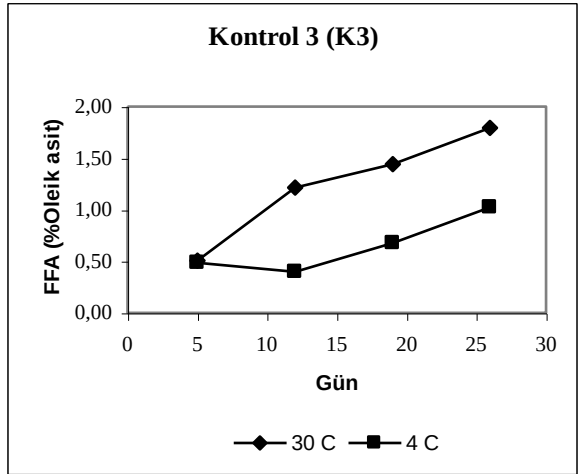
(a)



(b)



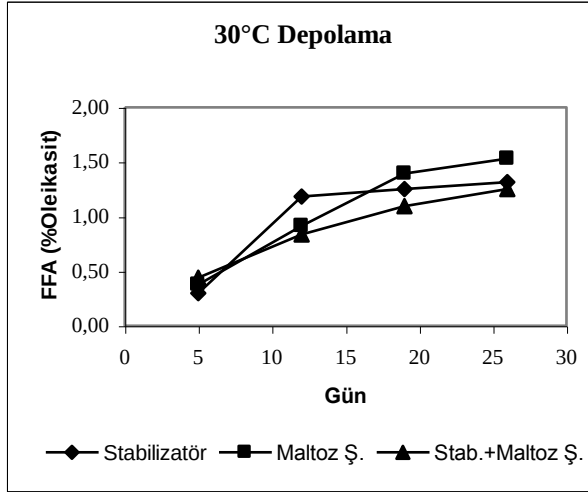
(c)



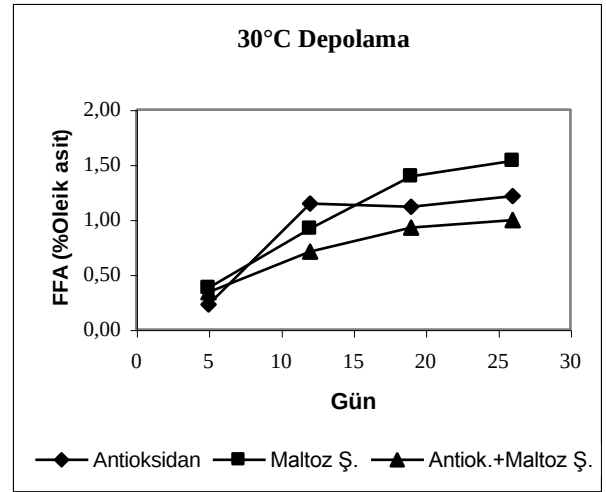
(d)

Şekil 4.11. Üçüncü denemeye ait badem ezmelерinin 4 °C ve 30°C’deki serbest yağ asitliği değерlerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan (b) Maltoz Şurubu (c) Stabilizatör (d) Kontrol 3 (K3)

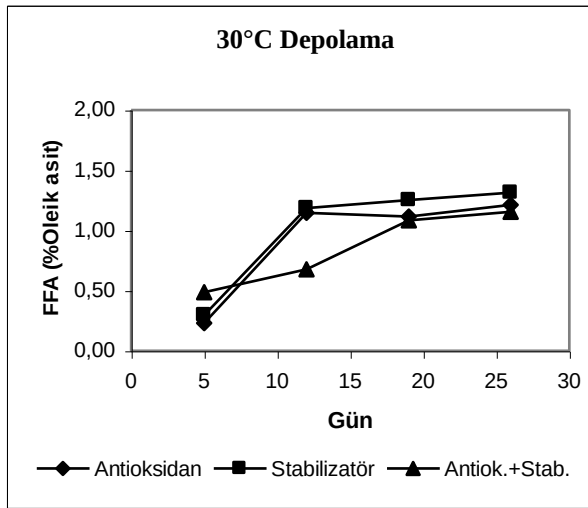
Her katkı maddesinin tek tek ve birlikte kullanımı ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.12. ve 4.13.’de gösterilmektedir.



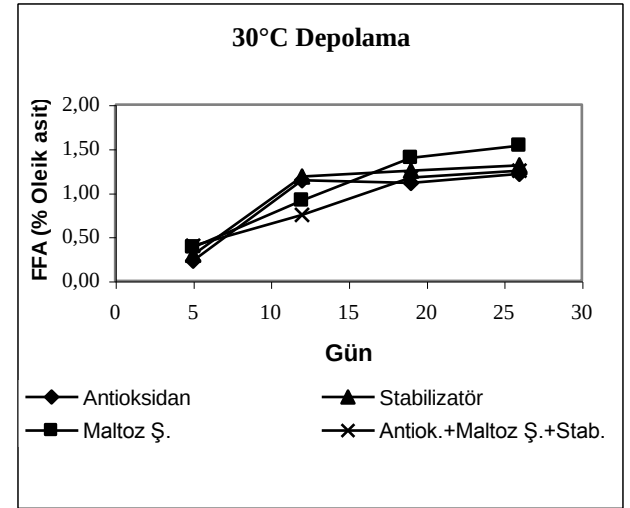
(a)



(b)



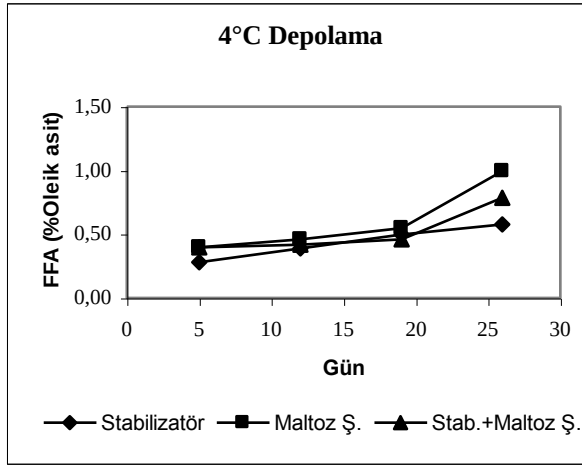
(c)



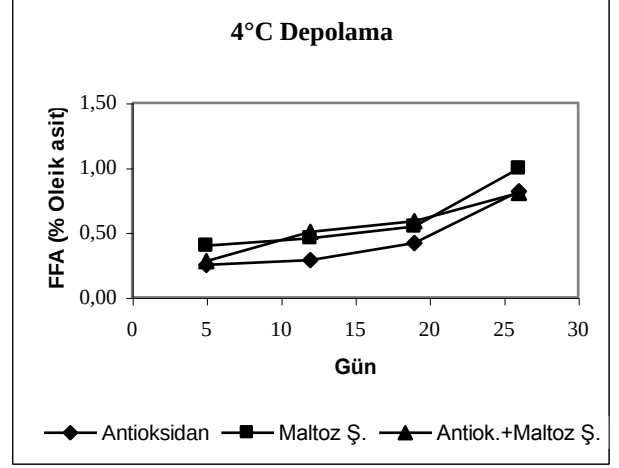
(d)

Şekil 4.12. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 30 °C'deki serbest yağ asitliği değerleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş. (c) Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.

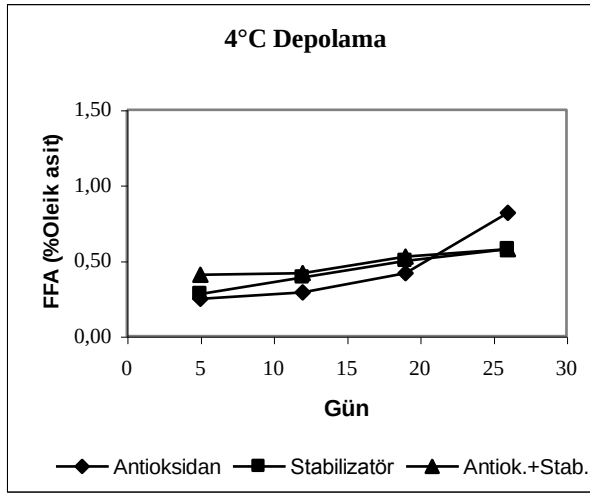
30°C'de depolanan örneklerin serbest yağ asitliği değerleri incelendiğinde, ilave edilen maltoz şurubu ve stabilizatör tek başına belirgin bir etkiye sahip olmasa da antioksidan ile birlikte kullanıldığında oksidasyonu engellemede pozitif etkileri görülmüştür.



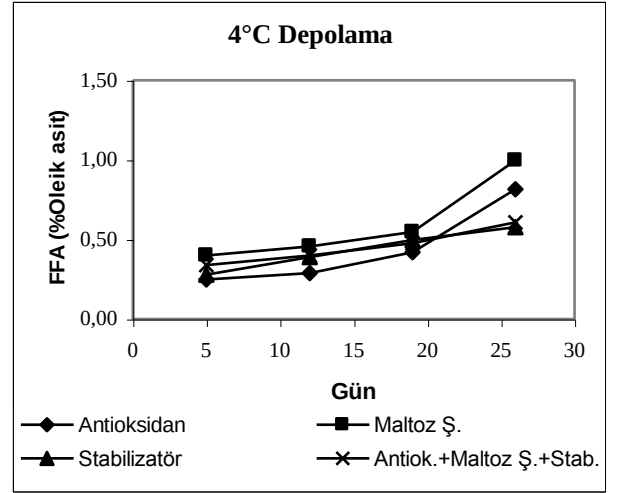
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.13. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 4 °C'deki serbest yağ asitliği değerleri (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş. (b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş. (c) Antioksidan-Stabilizatör-Antioksidan+Stabilizatör (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.

Serbest yağ asitliği tayininden elde edilen sonuçlar peroksit sayısı tayiniyle paralellik göstermekle birlikte, peroksit sayısı değerlerine göre daha fazla dalgalanmalar göstermektedir. Kısa süreli depolamalarda bu tür dalgalanmalar görülebilmektedir (Buendia ve D'appolonia, 1986). Fıstıklara yapılan bir çalışmada oksidasyon mekanizmasının sıcaklık yanında pek çok faktörden etkilenmesi nedeniyle oksidasyon ölçümlerinde dalgalanmalar olabileceğini göstermiştir. (Cavaletto ve Yamamoto, 1971). 4°C'de depolamada sadece antioksidan içeren örneğin

depolamanın 26. gününde yüksek bir artış göstermesi bu dalgalanmanın bir sonucudur.

4.2.3. Ransimat analizi

Peroksit sayısının belirlenmesi, yağ kalitesini gösteren önemli bir indikatör olsa da acılaşmış bir yağ tekrar işlenerek düşük bir peroksit değeri verecek hale getirilebilmektedir. Bu nedenle de, yağ kalitesi belirlenirken, peroksit sayısını tek başına bir indikatör olarak kullanmak yerine sonucu, Anisidin testleri veya Ransimat metodu gibi yöntemlerle desteklemek gerekmektedir (Hamilton ve Bhati, 1989). Bu çalışmada, kimyasal analizlerden elde edilen sonuçları desteklemek üzere Ransimat metodundan yararlanılmıştır. Bu metotla elde edilen sonuçlar Tablo 4.10. ve Tablo 4.11.'de, sıcaklıklara göre karşılaştırmaları ise Şekil 4.14., Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.'da gösterilmektedir. Tablo 4.10.'a göre kontrol örneklerine ait indüksiyon sürelerinin antioksidan kullanılan formülasyonlara göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Benzer olarak, 200 ppm α -tokoferol ilave edilen fıstık yağına uygulanan Ransimat analizi sonucunda, antioksidan ilave edilmemiş örneklerle göre indüksiyon süresinin yüksek olduğu saptanmıştır (Hudson, 1990). Beş farklı cins fındığa uygulanan Ransimat analizi sonucunda, tokoferol içeriği yüksek olan cinslere ait indüksiyon süreleri yüksek bulunmuştur (Shahidi ve Wanasundara, 1997).

Tablo 4.10. 30 °C'de depolanan badem ezmesinin ransimat analizi sonuçları

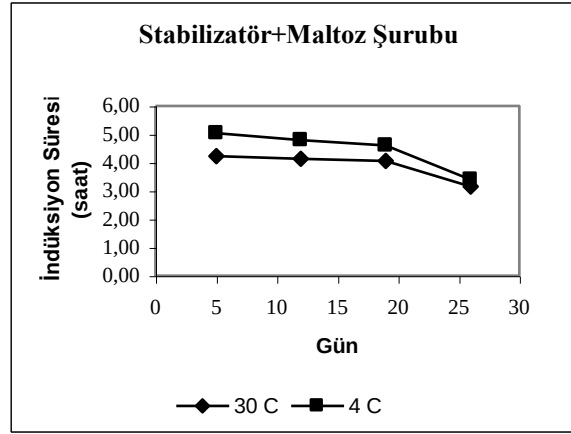
Formülasyon	İndüksiyon Süresi (saat)			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	4,23	4,14	4,05	3,15
Antioksidan+Maltoz Şurubu	5,31	5,09	4,60	4,33
Kontrol 1 (K1)	3,13	2,36	1,10	0,56
Antioksidan+Stabilizatör	5,76	5,71	5,42	4,20
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	8,96	7,64	7,27	6,29
Kontrol 2 (K2)	3,29	3,16	1,12	0,17
Antioksidan	6,23	6,07	6,00	5,87
Maltoz Şurubu	3,73	3,64	2,27	1,12
Stabilizatör	5,22	4,68	4,40	3,62
Kontrol 3 (K3)	3,49	3,32	1,18	0,13

Tablo 4.11. 4 °C’de depolanan badem ezmesinin ransimat analizi sonuçları

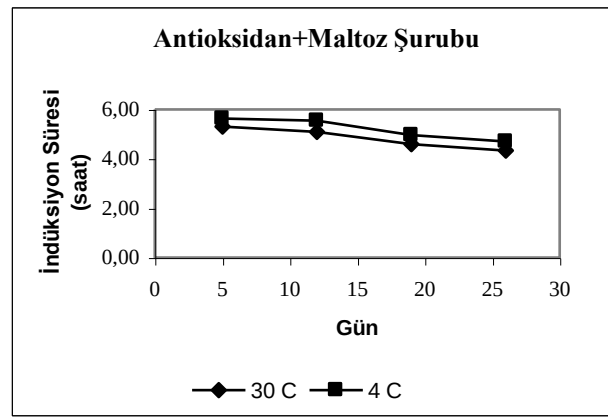
Formülasyon	İndüksiyon Süresi (saat)			
	5. gün	12. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	5,03	4,79	4,61	3,40
Antioksidan+Maltoz Şurubu	5,64	5,55	4,96	4,71
Kontrol 1 (K1)	3,19	3,06	2,23	1,52
Antioksidan+Stabilizatör	5,84	5,90	5,83	4,96
Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör	34,34	36,28	28,24	17,30
Kontrol 2 (K2)	4,50	4,15	2,16	0,18
Antioksidan	7,13	7,02	6,61	6,33
Maltoz Şurubu	4,81	4,64	3,32	2,60
Stabilizatör	5,44	5,29	4,62	3,77
Kontrol 3 (K3)	4,79	3,81	1,75	0,17

Ransimat analizi sonuçlarında da kimyasal metotlardan elde edilen sonuçlara uygun olarak düşük sıcaklıklardaki indüksiyon süreleri daha yüksek çıkmıştır. Her üç yöntemle yapılan analizler, 30 °C’deki örneklerin daha çabuk okside olduğunu göstermektedir. Buna karşın 4 °C’deki örneklerin indüksiyon süreleri daha uzun, peroksit sayısı ve serbest yağ asitliği değerleri de daha düşük çıkmıştır.

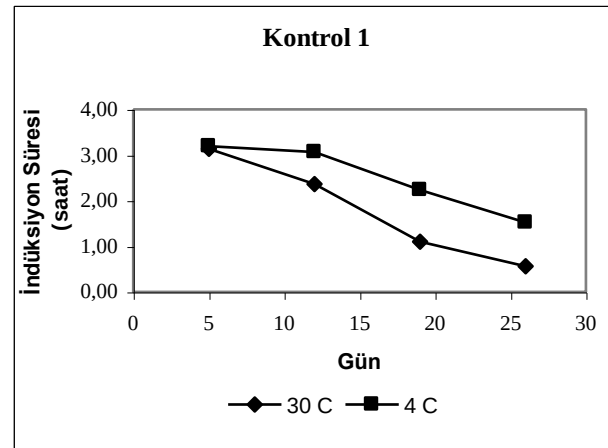
Şekil 4.14.’e göre Kontrol 1 örneğinin indüksiyon süresinin katkı maddesi ilave edilen örneklerle göre çok daha hızlı bir şekilde azaldığı görülmektedir. Aynı hızlı düşüş şekil 4.15.’deki Kontrol 2 ve şekil 4.16.’daki Kontrol 3 örneklerinde de görülmektedir. Çeşitli yağların oksidatif dayanıklılığının ölçüldüğü bir çalışmada da antioksidan ilave edilmeyen örneklerin indüksiyon sürelerinin antioksidan içeren örneklerle göre önemli ölçüde düşük çıktığı görülmüştür (Rudnik ve ark., 2001).



(a)

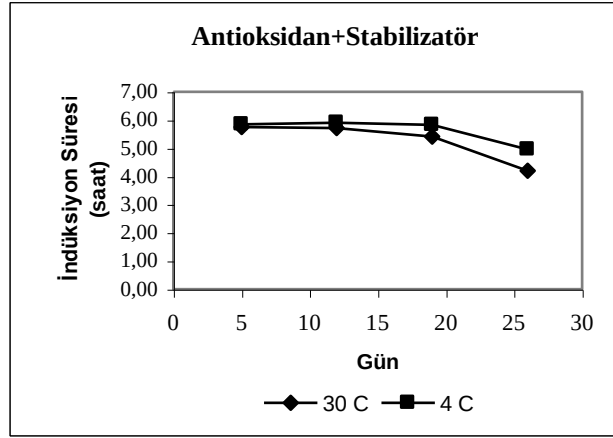


(b)

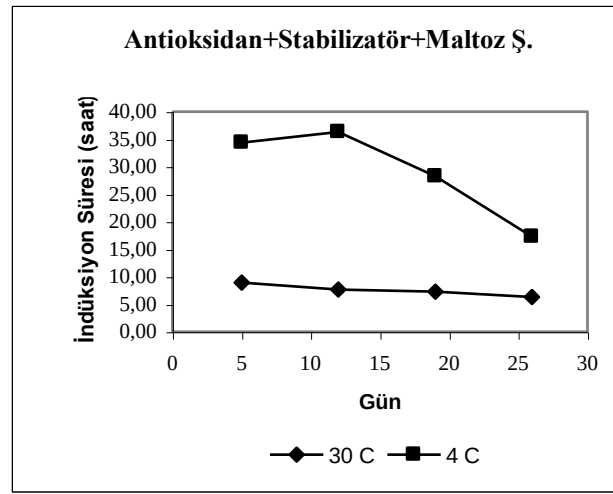


(c)

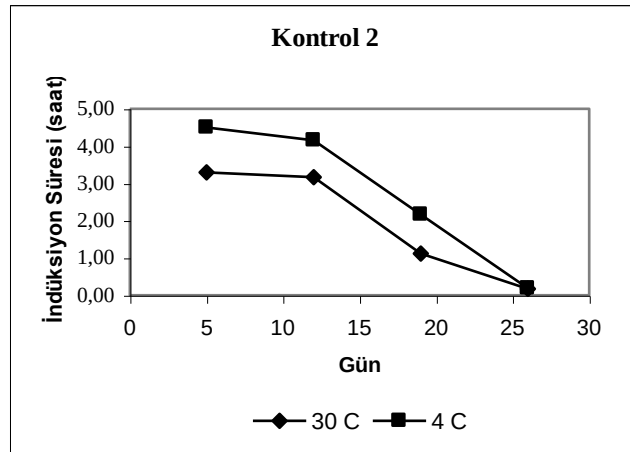
Şekil 4.14. Birinci denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki indüksiyon sürelerinin karşılaştırılması (a) Stabilizatör+Maltoz Şurubu (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu (c) Kontrol 1



(a)

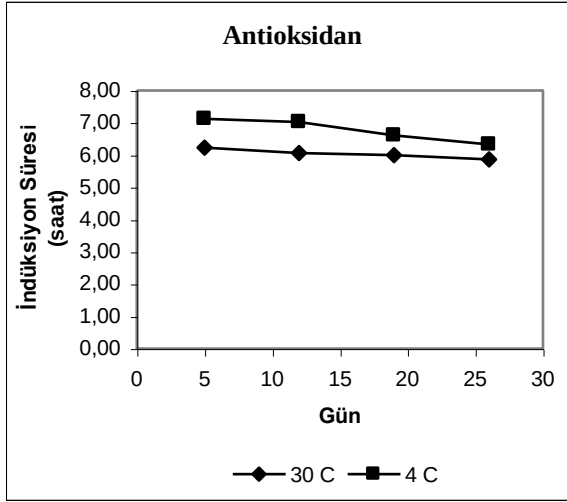


(b)

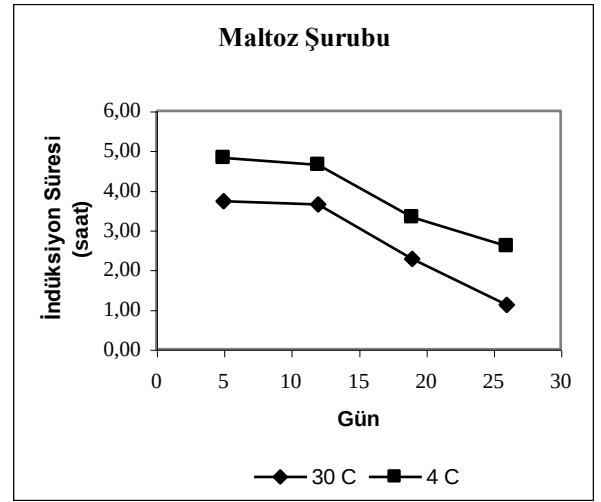


(c)

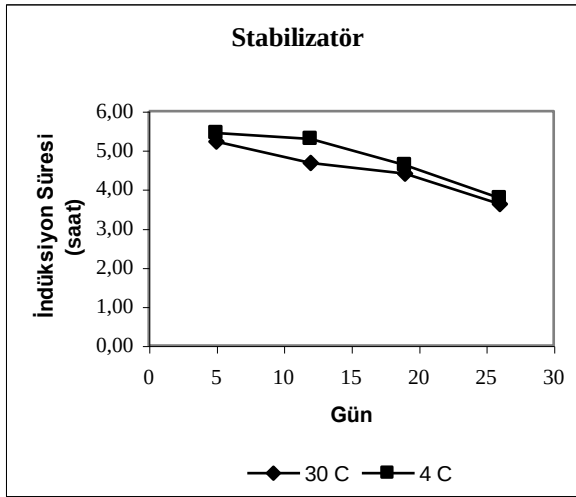
Şekil 4.15. İkinci denemeye ait badem ezmelelerinin 4 °C ve 30°C’deki indüksiyon sürelerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan+Stabilizatör (b) Antioksidan+Maltoz Şurubu+Stabilizatör (c) Kontrol 2 (K2)



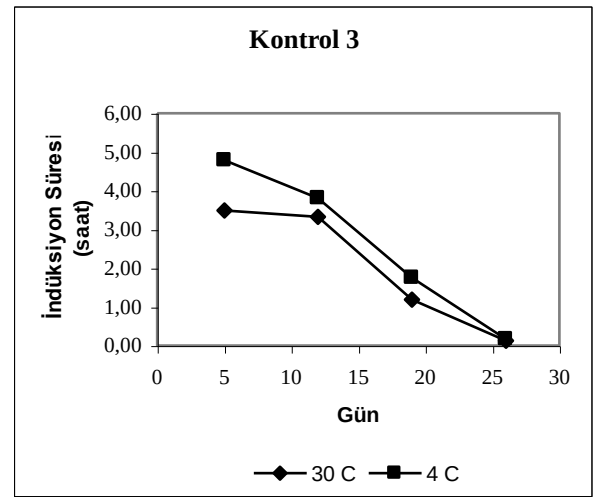
(a)



(b)



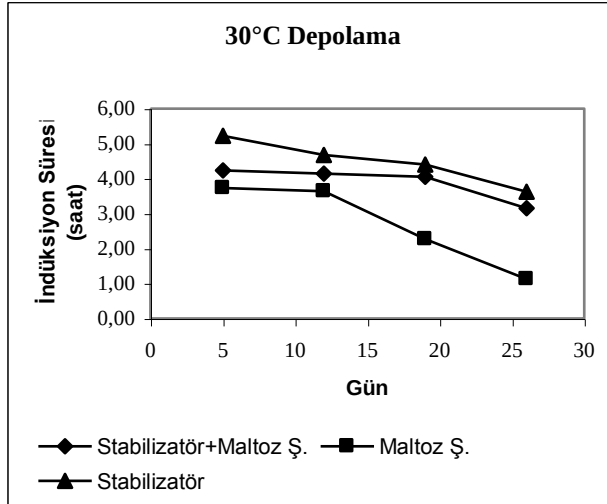
(c)



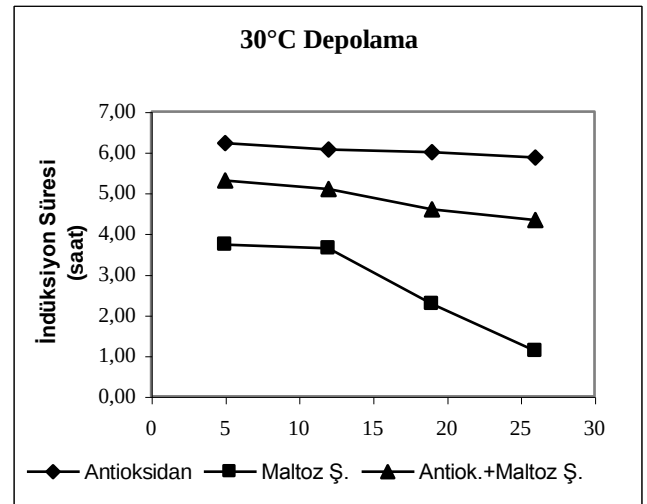
(d)

Şekil 4.16. Üçüncü denemeye ait badem ezmelerinin 4 °C ve 30°C’deki indüksiyon sürelerinin karşılaştırılması (a) Antioksidan (b) Maltoz Şurubu (c) Stabilizatör (d) Kontrol 3 (K3)

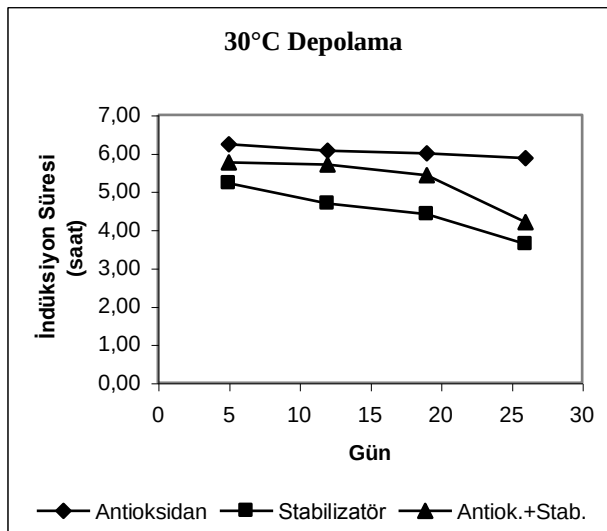
Farklı formülasyondaki ürünlerin 30 °C ve 4 °C’deki indüksiyon sürelerinin karşılaştırmaları sırasıyla Şekil 4.17. ve Şekil 4.18.’de gösterilmektedir.



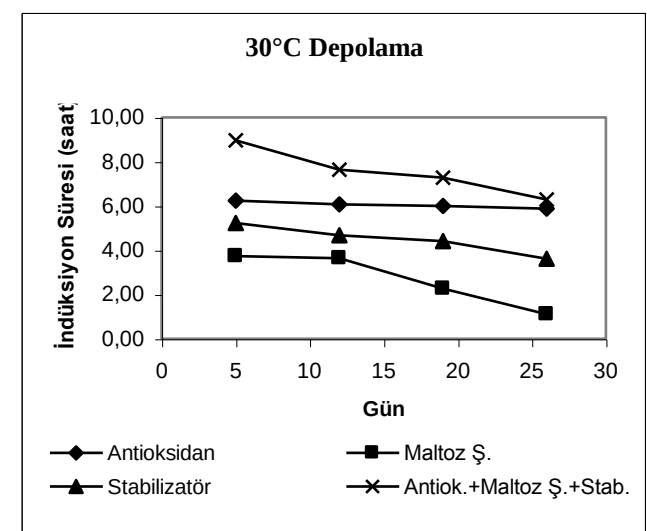
(a)



(b)

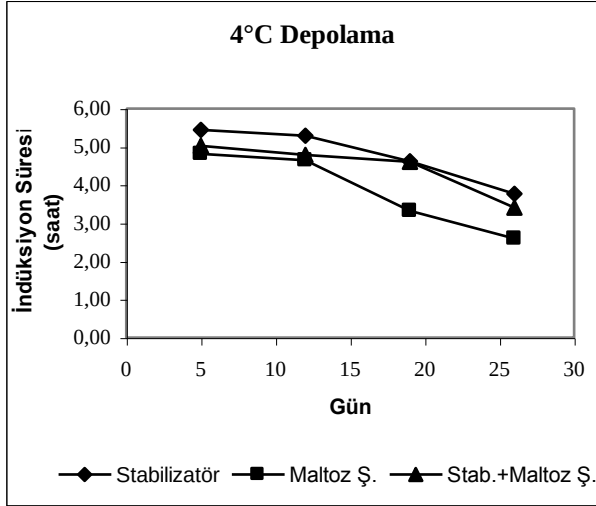


(c)

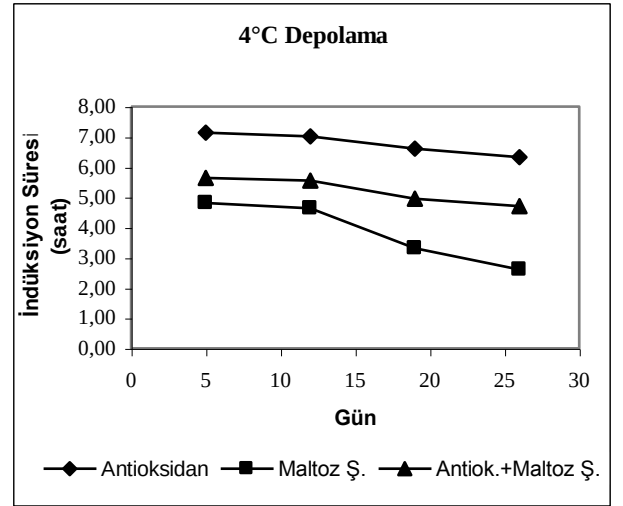


(d)

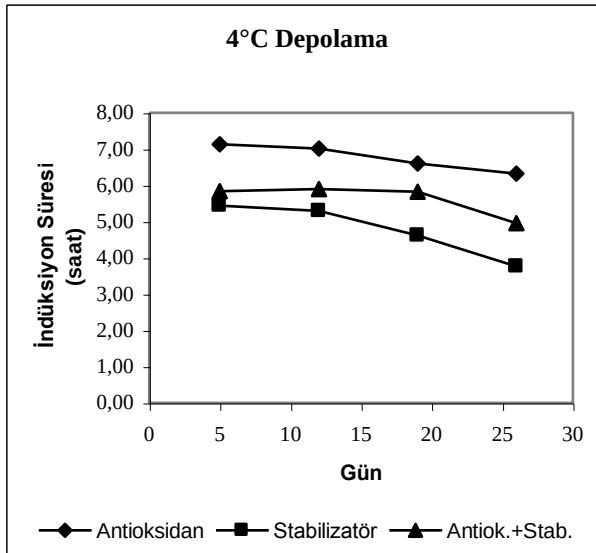
Şekil 4.17. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 30 °C’deki indüksiyon süreleri
 (a) Stabilizatör-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş.
 (b) Antioksidan-Maltoz Ş.- Antioksidan+Maltoz Ş.
 (c) Antioksidan-Stabilizatör- Antioksidan+Stabilizatör
 (d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizatör-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.



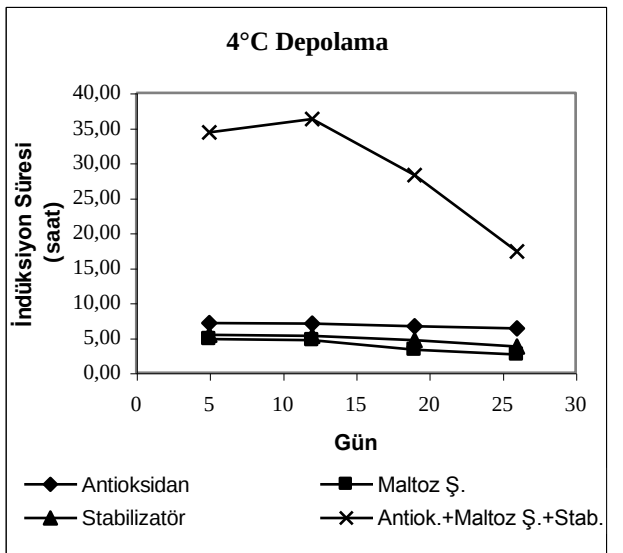
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.18. Farklı formülasyonlardaki ürünlerin 4 °C'deki indüksiyon süreleri

(a) Stabilizator-Maltoz Ş.-Stab.+Maltoz Ş.

(b) Antioksidan-Maltoz Ş.-Antioksidan+Maltoz Ş.

(c) Antioksidan-Stabilizator-Antioksidan+Stabilizator

(d) Antioksidan-Maltoz Ş.-Stabilizator-Antiok.+Stab.+Maltoz Ş.

Şekil 4.17.'e göre, maltoz şurubunun tek başına kullanıldığı formülasyonda, indüksiyon süresi 12. günden sonra hızlı bir şekilde düşmektedir. Bu anlamda, maltoz şurubu içeren formülasyon oksidasyona dayanıklılık açısından kontrolden çok farklı değildir. Ayrıca, antioksidan ile birlikte katılan stabilizatör veya maltoz şurubu daha düşük indüksiyon sürelerine sebep olmuştur. Ancak bu değerler birbirine oldukça yakındır.

Şekil 4.18.'e göre, maltoz şurubu ve stabilizatör içeren formülasyonların indüksiyon süreleri ilk haftalarda birbirine oldukça yakındır. Fakat, son haftalara doğru stabilizatörün etkisini gösterdiği görülmektedir. Bu durum zamanla meydana gelen yağ ayrılmasının stabilizatör tarafından durdurularak yağın daha kolay okside olmasının engellenmesine dayanmaktadır. Woodroof (1973) tarafından yapılan bir çalışmada, üretimi sırasında karıştırma süresinin uzun tutulması nedeniyle yağ ayrılması görülen örneklerin oksidasyona daha çabuk maruz kaldığı görülmüştür.

Katkı maddelerinin ilavesinin ürün dayanıklılığı üzerindeki etkileri, Ransimat metodunda kimyasal metotlara göre daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu durum, kimyasal metotların hassasiyetinin daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Antioksidan, stabilizatör ve maltoz şurubunun birlikte kullanıldığı formülasyonda, özellikle 4 °C sıcaklıkta indüksiyon süresinin oldukça yüksek çıktığı görülmektedir. Bu durum, katkı maddelerinin birlikte kullanılması durumunda sinerjistik etki göstermelerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle düşük sıcaklıklarda, oksidasyon mekanizmasının yavaşlaması sebebiyle, ürünün acılaşma önemli ölçüde engellenmiştir. Pek çok katkı maddesinin, birlikte kullanıldığında, sinerjistik etki gösterdiği bilinmektedir (Altuğ, 2001). Antioksidanların tek başına veya birlikte kullanımlarındaki sinerjistik etkinin gözlemlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada α - tokoferolün sinerjistik etki gösteren diğer maddelerle birlikte kullanımının çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Wada ve Fang, 1992).

4.2.4. Duyusal Analiz

Yağ oksidasyonunun izlenmesinde kullanılan önemli bir diğer yöntem de, oksidasyon sonucu ürünün lezzetini olumsuz yönde etkileyen maddelerin oluşması nedeniyle, acılaşmanın duyusal analizle takibidir. Bu çalışmada Tanımlayıcı Analiz tekniği kullanılarak yapılan duyusal testlerde lezzet karakteristiklerinden çiğ, pişmiş, acılaşmış, kartonumsu, tatlı ve acı tat ve doku karakteristiklerinden de yağlılık, yapışkanlık, sakızimsılık, kumluluk, kuruluk, tüm izlenim gibi kriterler, 0 (yok)-7 (kuvvetli) skalası kullanılarak panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.12. ve Tablo 4.13.'de gösterilmektedir.

Ayrıca, oksidasyonun takip edilebilmesi için lezzet karakteristiklerinden acılaşmış ve kartonumsu tatlar; kurumanın takip edilebilmesi için doku karakteristiklerinden kuruluk; yağ sızmasının takip edilebilmesi açısından da yağlılık kriterleri ve son olarak tüm izlenim grafik olarak gösterilmiştir (Şekil. 4.19., 4.20., 4.21., 4.22., 4.23.).

Tablo 4.12. Duyusal panel sonucu lezzet karakteristikleri için elde edilen verilerin ortalaması

İşlemler*	LEZZET KARAKTERİSTİKLERİ																							
	Çiğ				Pişmiş				Acılaşmış				Kartonumsu				Tatlı				Acı			
	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.
296	1,6	1,4	1,3	1,6	1,7	1,6	1,2	1,1	1,6	0,7	0,6	1,6	0,3	0,9	0,9	1,2	3,8	3,7	3,4	3,6	3,5	1,8	2,0	1,5
187	1,4	1,2	1,3	1,4	1,8	1,6	1,2	1,7	1,3	0,8	0,7	1,5	0,4	0,8	0,7	1,2	5,1	4,4	3,1	4,1	1,2	1,5	1,6	1,1
524	1,2	1,6	1,3	1,2	2,0	1,9	1,4	1,4	1,8	1,1	0,9	2,0	0,7	0,9	1,3	1,1	4,1	3,6	3,0	4,0	2,5	2,5	2,4	1,5
172	1,3	1,8	1,1	1,8	1,6	2,0	1,4	1,6	1,1	1,4	1,0	2,0	1,2	1,4	0,6	2,1	4,4	3,9	3,7	3,8	4,1	4,0	3,6	3,4
493	1,1	1,3	1,1	1,9	1,5	1,8	1,2	1,6	0,9	0,8	1,1	3,9	1,2	1,1	0,5	2,0	4,3	4,4	4,0	3,4	2,2	2,4	2,6	1,8
865	1,1	1,0	0,9	1,8	1,5	2,0	1,0	1,6	0,9	1,3	0,7	1,5	1,2	0,9	0,4	1,4	4,3	4,4	3,9	4,3	2,2	2,2	1,9	2,0
784	1,3	1,3	1,4	1,0	1,1	2,0	1,2	1,6	0,3	0,6	1,0	1,2	0,6	0,8	0,6	1,4	5,3	4,0	4,3	4,2	1,8	1,8	2,1	1,7
623	1,4	1,5	1,6	1,7	1,5	2,1	1,2	1,4	0,5	1,8	1,7	3,0	0,4	1,1	0,7	1,4	4,6	3,8	3,5	3,8	3,6	3,9	3,7	4,1
562	1,4	1,9	1,4	1,7	1,4	2,0	1,2	1,6	0,3	1,2	1,4	2,4	0,8	1,0	1,0	1,9	4,5	3,9	3,5	3,7	2,4	3,2	3,4	2,7
354	1,6	2,0	1,6	2,1	1,1	2,2	1,2	1,5	1,1	1,2	1,2	3,2	1,3	0,9	1,0	1,7	4,7	4,0	4,2	4,6	3,3	2,9	3,4	3,9

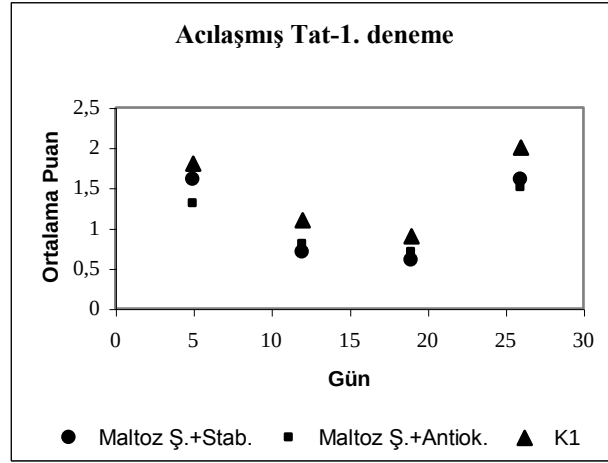
Tablo 4.13. Duyusal panel sonucu doku karakteristikleri için elde edilen verilerin ortalaması

İşlemler*	DOKU KARAKTERİSTİKLERİ																							
	Yağlılık				Yapışkanlık				Sakızimsılık				Kumluluk				Kuruluk				Tüm İzlenim			
	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.	5. G.	12. G.	19. G.	26. G.
296	2,1	3,2	3,9	3,5	2,7	3,2	3,3	3,1	2,5	2,5	3,0	2,8	5,2	3,2	3,3	2,5	0,7	1,8	1,8	2,5	3,6	4,6	4,1	4,2
187	2,9	3,9	3,6	4,1	2,9	3,1	2,7	3,8	2,5	2,9	3,3	3,7	4,5	3,4	3,6	2,6	1,1	1,3	1,5	1,6	4,3	4,4	5,0	4,5
524	1,8	2,3	2,8	3,7	2,9	3,1	2,6	3,1	1,9	2,4	2,6	3,0	4,5	4,2	3,9	2,8	2,8	3,0	2,4	2,4	4,3	4,1	4,0	3,8
172	2,5	2,6	3,3	4,2	3,1	2,9	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,5	4,1	3,7	3,8	3,9	3,1	3,8	2,6	3,4	4,0	3,6	3,9	3,7
493	1,7	2,5	3,4	2,9	2,5	2,7	2,6	2,6	2,0	2,5	2,1	2,8	3,9	3,7	3,1	3,7	3,2	3,2	2,1	3,0	5,8	4,1	4,2	3,4
865	1,7	3,6	4,2	3,6	2,5	2,6	3,3	2,8	2,0	3,2	2,6	2,9	4,7	4,1	3,3	3,8	3,2	2,1	1,6	2,8	4,1	3,9	4,4	5,0
784	2,5	3,1	4,2	3,6	2,8	3,2	3,3	3,8	2,6	3,0	2,9	3,8	4,6	3,6	3,8	3,1	1,6	2,2	1,7	1,6	4,8	4,8	4,8	5,7
623	2,4	2,2	2,6	2,2	2,5	3,2	3,4	2,9	2,9	3,1	3,1	2,8	4,7	4,2	4,3	3,3	2,4	3,2	4,2	2,4	3,2	2,9	3,2	3,2
562	1,6	2,1	1,9	2,2	2,9	3,1	3,0	4,6	2,8	2,9	2,8	2,9	4,9	4,5	4,8	3,8	3,7	5,1	5,0	3,5	3,8	3,0	2,3	2,9
354	1,8	2,9	4,2	3,6	2,9	2,9	3,6	3,1	2,9	3,0	3,1	2,8	4,8	4,0	4,1	3,7	1,6	2,9	2,1	2,0	4,4	3,3	3,6	2,8

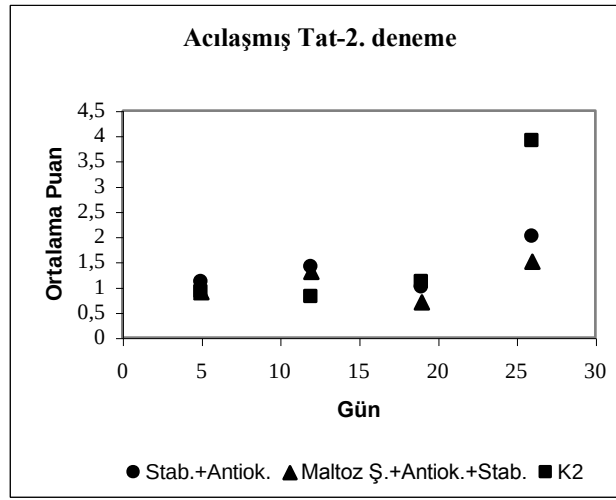
* 296: Maltoz Şurubu+Stabilizatör
187: Maltoz Şurubu+Antioksidan
524: K1 (1. Gün)

172: Stabilizatör+Antioksidan
865: Maltoz Şurubu+Antioksidan+Stabilizatör
493: K2 (2. Gün)

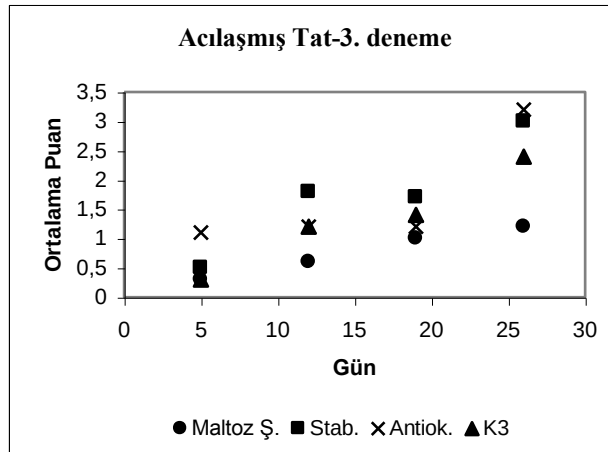
784: Maltoz Şurubu
623: Stabilizatör
354: Antioksidan
562: K3 (3. Gün)



(a)

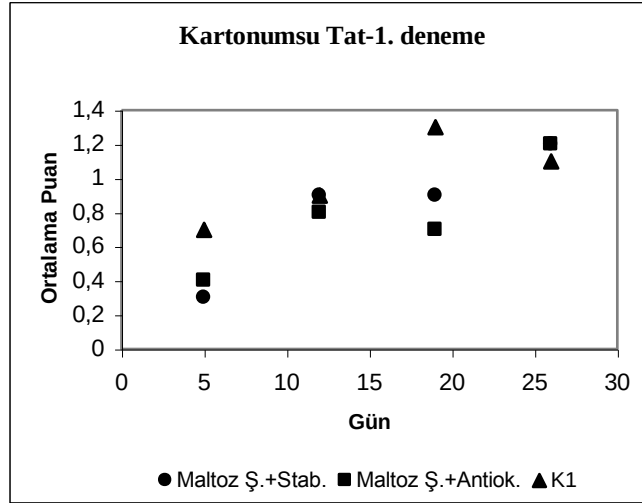


(b)

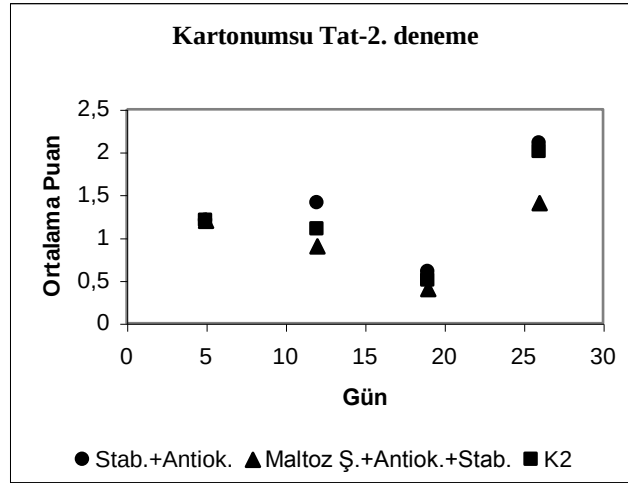


(c)

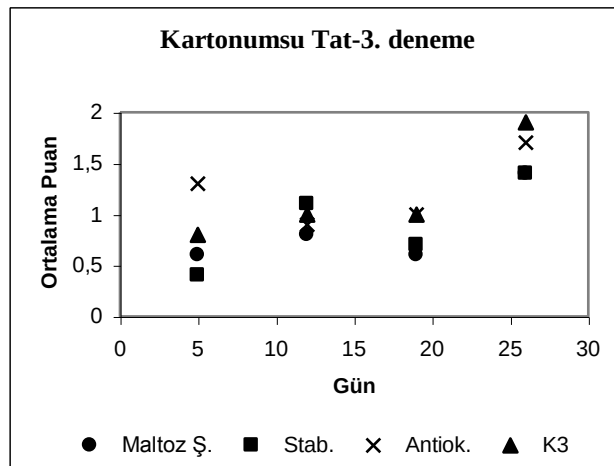
şekil 4.19. Lezzet karakteristiklerinden acılaşmış tadın zamana gre değişimi
(a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) çnc deneme



(a)

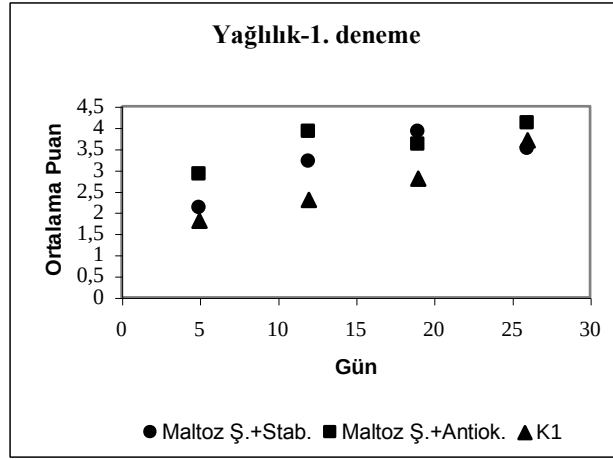


(b)

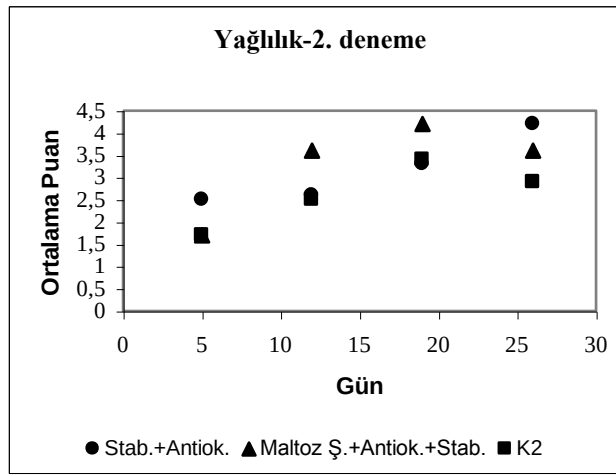


(c)

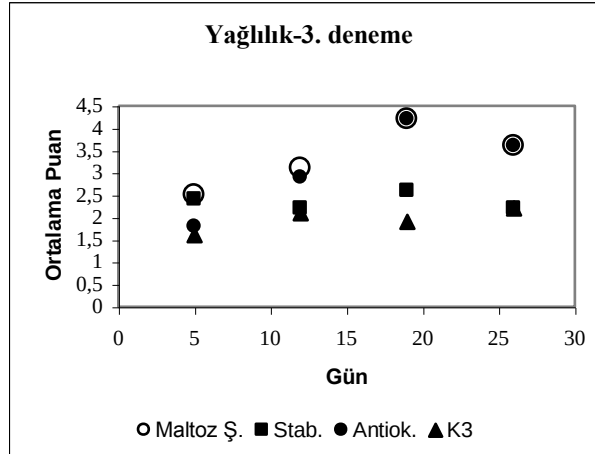
Şekil 4.20. Lezzet karakteristiklerinden mukavvamsı tadın zamana göre değişimi
(a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme



(a)

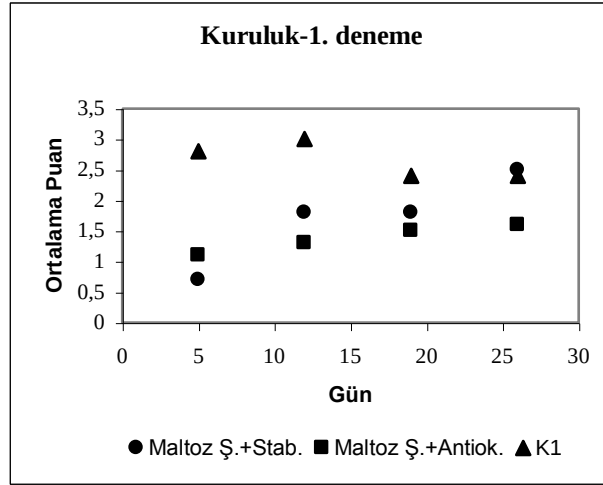


(b)

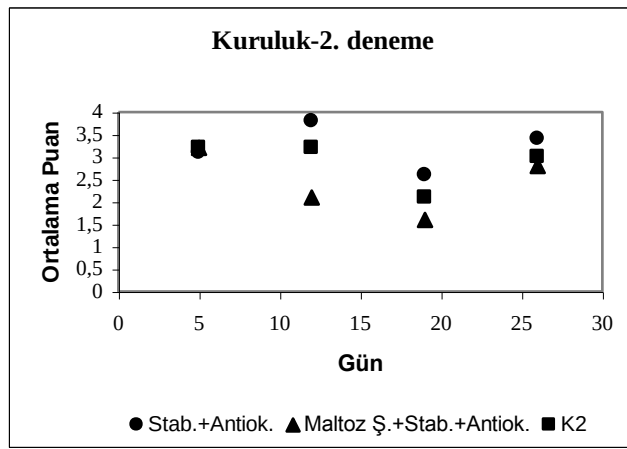


(c)

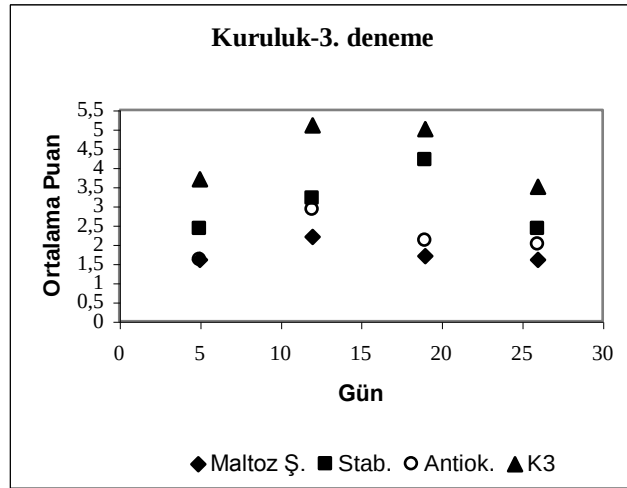
Şekil 4.21. Doku karakteristiklerinden yağlılığın zamana göre değişimi
(a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme



(a)

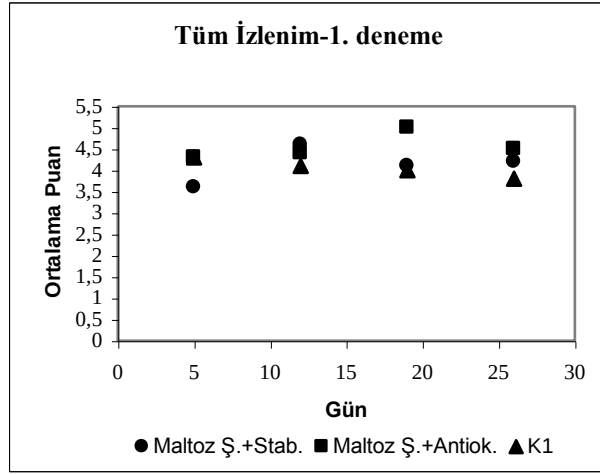


(b)

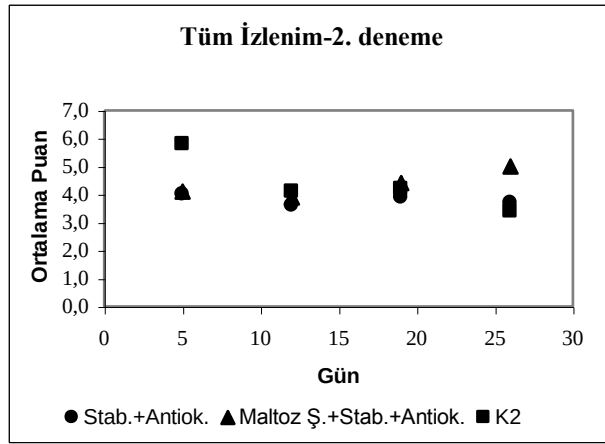


(c)

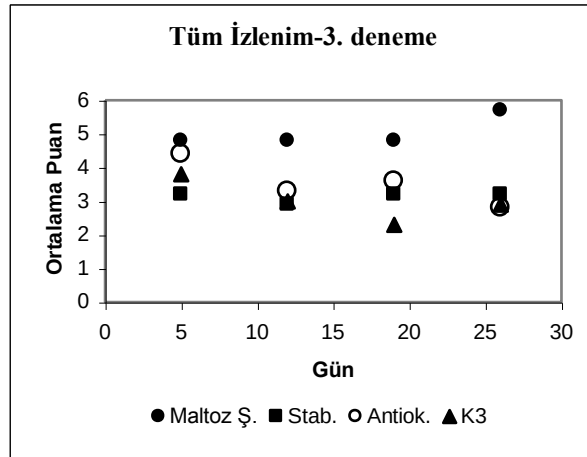
Şekil 4.22. Doku karakteristiklerinden kuruluğun zamana göre değişimi
(a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.23. Tüm izlenimin zamana göre değişimi (a) Birinci deneme (b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme

Duyusal testlerden elde edilen sonuçlara göre (Şekil 4.19.) acılaşıp tat özellikle 26. günde kontrol örneklerinde oldukça yüksek çıkmıştır. Buna karşın, antioksidan ilave edilen örnekteki acılaşıpmanın yüksek bulunması, acı tat skorlarının da yüksek çıktığı göz önünde bulundurulursa, bademde doğal olarak mevcut olan acı tadın yağın acılaşıpmasıyla karıştırıldığı ihtimalini ortaya çıkarmaktadır.

Şekil 4.20.'ye göre kontrol örneklerindeki kartonumsu tadın katkı maddesi ilave edilen örneklere göre yüksek olduğu görölmektedir. Acılaşıpmayla birlikte kartonumsu bir tadın oluştuğı bilinmektedir (Muego-Gnanasekharan ve Resurreccion, 1992).

Şekil 4.21.'deki yağlılık değeri incelendiğinde, maltoz şurubu ilave edilen örneklerdeki puanların yüksek çıkması, maltozun ürüne kazandırdığı parlak görünümin yağlılık olarak tanımlanmasına neden olduğu fikrini düşündürmektedir.

Şekil 4.22.'ye göre, kontrol örnekleri ve stabilizatör ilave edilen örnekler en kuru olarak tanımlanmıştır. Nem tayini sonuçları da bu bulguyu desteklemektedir.

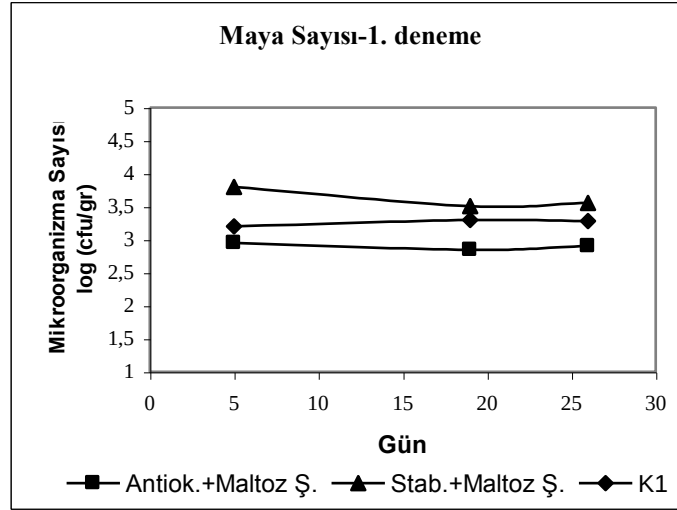
Şekil 4.23.'e göre, maltoz şurubu ilave edilen örneklerin tüm izlenimlerinin diğerlerine göre yüksek çıktığı görölmektedir. Belirli oranlarda maltoz şurubu ilavesinin üründeki kurumayı geciktirdiğı ve ürünün çığnenebilirlik özelliğine katkıda bulunduğı bilinmektedir (Potter ve Hotchkiss, 1995). Kontrol örneklerinin tüm izlenimi ise, zaman ilerledikçe azalmıştır. Bu da kontrol örneklerinde kimyasal analizlerle de takip edilen kuruma ve acılaşıpmanın bir sonucudur.

4.2.5. Mikrobiyolojik Analiz

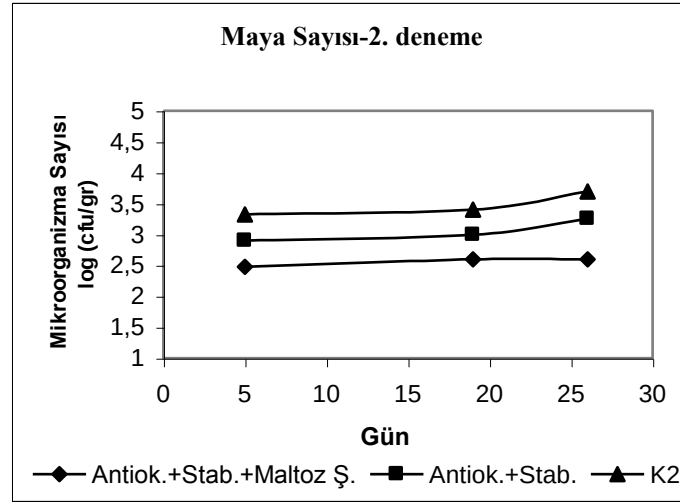
Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.14.'de, üretildikleri günlere göre karşılaştırmaları da Şekil 4.24. ve 4.25.'de gösterilmektedir. Genel olarak tüm formülasyonlarda zamana bağlı olarak maya sayısının arttığı gözlenmiştir. Maltoz şurubu ve stabilizatörün birlikte kullanıldığı formülasyonda, maya sayısının 5. günde yüksek çıkması, olası bir kontaminasyonu göstermektedir. İlave edilen katkı maddelerinin herhangi bir antimikrobiyal etkisinin olmaması nedeniyle, farklı formülasyonlar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu durumda, mikroorganizma sayısını etkileyen en önemli faktör, çalışılan ortamın hijyeni ve hammaddenin mikrobiyal kalitesidir. Badem ezmesi, şeker içeriği yüksek bir ürün olduğu için ozmofilik maya gelişimi beklenen bir durumdur. Maltoz ilave edilen formülasyondaki maya gelişiminin daha hızlı olması, maltozu kullanabilen mayaların gelişmiş olabileceğini düşündürmektedir. Küf sayısı da yine, bazı formülasyonlarda zamana bağlı olarak değişim göstermezken bazı formüllerde artış göstermektedir. Küf oluşumu, hammaddenin mikrobiyal kalitesinin bir göstergesidir. Bunun yanında, havadan da çeşitli bulaşmaların olması söz konusu olabilmektedir.

Tablo 4.14. Küf ve maya analizlerinin sonuçları

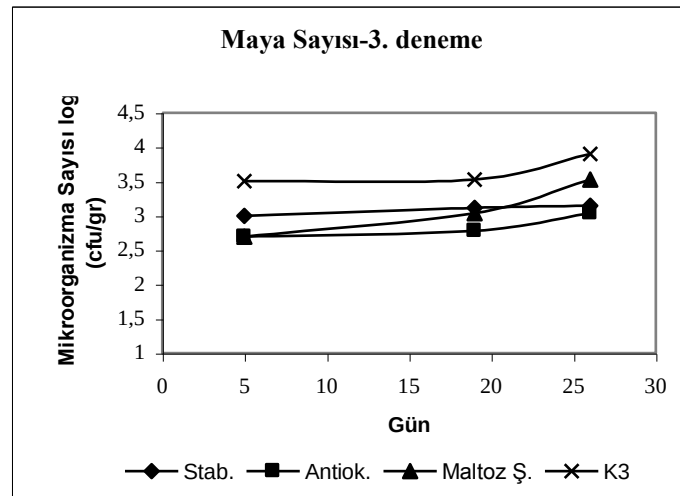
Formülasyon	Maya Sayısı (cfu/gr)x10 ²			Küf Sayısı (cfu/gr)x10 ²		
	5. gün	19. gün	26. gün	5. gün	19. gün	26. gün
Maltoz Şurubu+Stabilizatör	63	32	36	2	3	3
Antioksidan+Maltoz Şurubu	9	7	8	2	2	2
Kontrol 1 (K1)	21	25	50	2	2	3
Antioksidan+Stabilizatör	8	10	18	2	3	3
Antioksidan+Maltoz Ş.+Stabilizatör	3	4	4	1	2	3
Kontrol 2 (K2)	21	25	50	2	3	4
Antioksidan	5	6	11	1	3	3
Maltoz Şurubu	5	11	34	0	1	2
Stabilizatör	10	13	14	1	3	5
Kontrol 3 (K3)	32	34	80	3	3	4



(a)

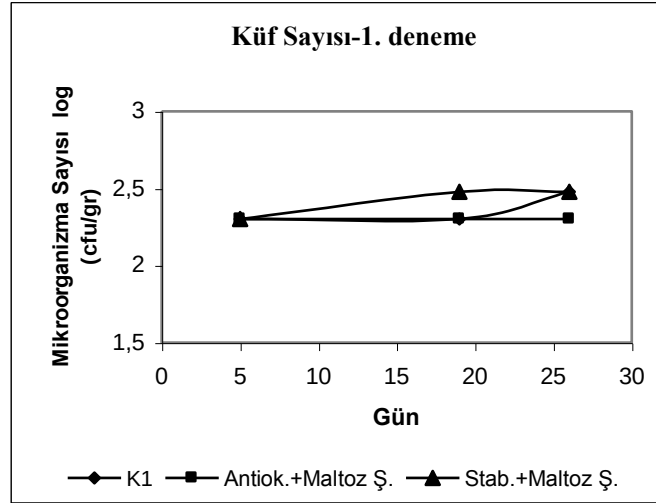


(b)

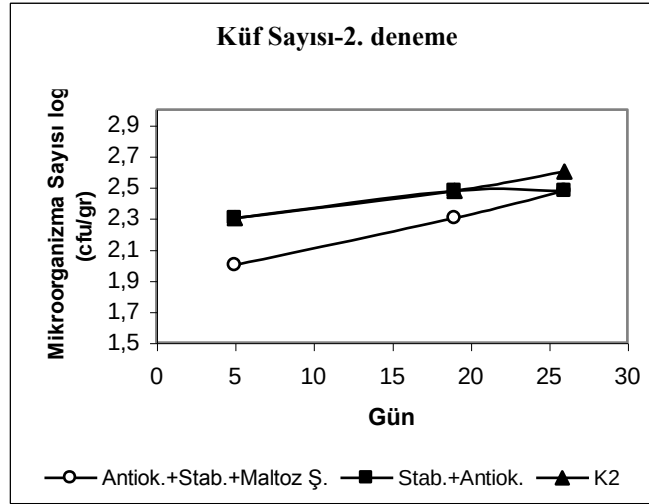


(c)

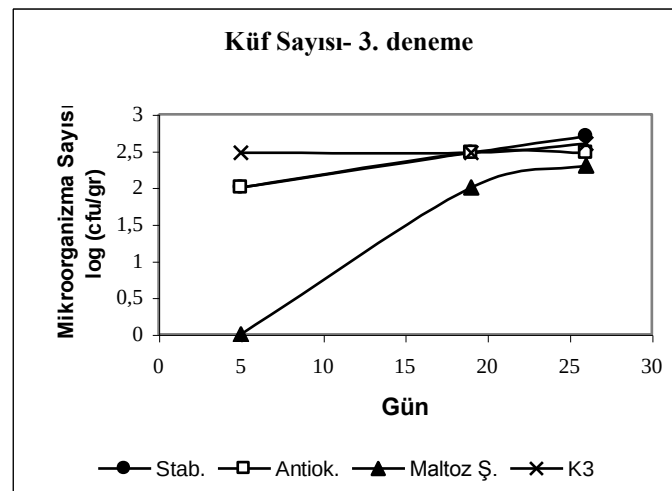
Şekil 4.24. Maya sayısının zamana göre değişimi (a) Birinci deneme
(b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.25. Küf sayısının zamana göre değişimi (a) Birinci deneme
(b) İkinci deneme (c) Üçüncü deneme

5. SONUÇLAR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesiyle badem ezmesi gibi Türkiye'ye özgü olan önemli bir ihracat mamulümüzde, prosesin gözden geçirilmesi, ürün formülasyonunun değiştirilmesi ve katkı maddeleri ilavesiyle acılaşma ve yağ sızması problemlerinin giderilmesi ve ürünün raf ömrünün uzatılması amaçlanmıştır. Ayrıca sıcaklık gibi diğer parametrelerin badem ezmesinin raf ömrü üzerindeki etkileri de incelenmiştir.

Çalışmada, hiçbir katkı maddesi ilave edilmeden üretilen geleneksel bir ürün olan badem ezmesinin kalitesi ve raf ömrü iyileştirilirken ürünün karakteristik özelliklerinin değiştirilmemesi esas alınmıştır. Yapılan denemelerde, antioksidan, stabilizatör ve maltoz şurubu olmak üzere üç çeşit katkı maddesinin tek tek ve farklı kombinasyonlarda ilavesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan peroksit sayısı ve serbest yağ asitliği tayinleri gibi kimyasal analizler ile Ransimat analizi sonucunda antioksidan ilavesinin acılaşmayı önemli ölçüde engellediği görülmüştür. Duyusal testlerden elde edilen sonuçlar da antioksidan kullanılan formülasyonların tüm izleniminin yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle yağlı ürünlerin dayanıklılığını arttırmak için etkili bir şekilde kullanılan antioksidan ilavesinin, badem ezmesinde de olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Stabilizatör ilavesinin etkileri incelendiğinde ise, oksidasyon üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bununla beraber, stabilizatör ilave edilen örneklerde istenilmeyen bir durum olan yağlılık düşük bulunmuş fakat örneklerin yüzeyinde oluşturduğu kuru tabaka ve çatlamalar nedeniyle düşük bir tüm izlenime sahip olmuştur. Ayrıca, üründe istenilmeyen bir durum olan nem kaybının yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda stabilizatör ilavesinin beklenen olumlu etkilere sahip olmaması nedeniyle gereksiz olacağı söylenebilir.

Maltoz ilavesinin ise, ürünün nem miktarını dengelemesi bakımından olumlu etkileri olmuştur. Ayrıca, nem miktarını arttırarak oksidasyonun engellenmesine az da olsa katkıda bulunmuştur. Duyusal testlere göre de, maltoz şurubu ilave edilen örnekler

daha fazla tercih edilmiştir. Bu nedenlerden ötürü, maltoz şurubu ilavesi özellikle uzun süreli depolamalarda tercih edilebilir.

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar, antioksidan ve maltoz şurubu ilavesinin badem ezmesinin dayanıklılığı ve duyusal özellikleri açısından avantajlı olabileceğini göstermiştir. Bunun yanında stabilizatör ilavesi, üründe olumlu etki göstermemesi ve ek maliyet getirmesi açısından tavsiye edilmemektedir.

İncelenen faktörlerden bir diğeri olan sıcaklığın da, ürünün raf ömrü üzerinde önemli etkileri olduğu görülmüştür. 4 °C’de depolanan ürünlerin 30 °C’de depolananlara göre oksidasyona karşı çok daha dayanıklı olduğu görülmüştür. Bu nedenle ürünün raf ömrünün iyileştirilmesinde, katkı maddesi ilavesi yanında depolama sıcaklığının etkisi de unutulmamalıdır.

Bu çalışmayla, ülkemize özgü bir ürün olan badem ezmesinin, kalite ve raf ömrünün iyileştirilmesi ve bu sayede pazar payının arttırılması hedeflenmiştir. Bu çalışmanın devamında da, pek çok ürünün kalitesinin korunması ve raf ömrünün uzatılmasında etkili bir teknik olan vakum paketlenme tekniğinin etkilerinin incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Altuğ, T.**, 2001. Gıda Katkı Maddeleri, Meta Basım, İzmir, syf. 55-58.
- Angelo, A.J., Kuck, J.C. and Ory, R.L.**, 1979. Role of lipoxygenase and lipid oxidation in quality of oilseeds, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **27**, 2, 229-233.
- Anon.**, 2001. Food Composition Data,
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data>
- Anon.**, 2002a. Almond Situation and Outlook,
http://inc.treenuts.org/stats_almonds_jan02.html
- Anon.**, 2002b. Understanding and Maximizing Shelf-Life of Almonds,
<http://www.bluediamond.com/almonds/storage/shelf.cfm>
- AOAC**, 1990. Protein (Crude) in Nuts and Nut Products: method 950.48, Ch. 40, in *Official Methods of Analysis*, pp. 949-950, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.
- AOAC**, 1990. Moisture in Sugars: method 925.45, Ch. 44, in *Official Methods of Analysis*, pp.1010-1011, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.
- AOAC**, 1990. Fat (Crude) in Nuts and Nut Products: method 948.22, Ch. 40, in *Official Methods of Analysis*, pp.949, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.
- AOAC**, 1990. Peroxide Value of Oil and Fats: method 965.33, Ch. 41, in *Official Methods of Analysis*, pp.956-957, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.
- AOAC**, 1990. Fatty Acids (Free) in Crude and Refined Oils: method 940.28, Ch. 41, in *Official Methods of Analysis*, pp.957, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.
- AOAC**, 1990. Invert Sugar in Sugars and Sirups: method 923.09, Ch. 44, in *Official Methods of Analysis*, pp.1016-1017, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.
- AOAC**, 1990. Methyl Esters of Fatty Acids in Oils and Fats: method 963.22, Ch. 40, in *Official Methods of Analysis*, pp.964-965, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA.
- Aryana, K.J., Resurreccion, A.V.A., Chinnan, M.S. and Beuchat, L.R.**, 2000. Palm-Oil stabilized peanut butter, *Journal of Food Processing and Preservation*, **24**, 229-241.
- Beckett, S.T.**, 1994. Industrial Chocolate Manufacture and Use, Blackie Academic & Professional, London.

- Blekas, G., Tsimidou, M. and Boskou, D.,** 1995. Contribution of α -tocopherol to olive oil stability, *Food Chemistry*, **52**, 289-294.
- Bonvehí, J.S. and Coll, F.V.,** 1993. Oil content, stability and fatty acid composition of the main varieties of Catalonian hazelnuts (*Corylus avellana*), *Food Chemistry*, **48**, 237-241.
- Boyce, R.,** 1999. Peanut pastes, 53. *PMCA Üretim Konferansı*, USA.
- Braddock, J.C., Sims, C.A. and O'Keefe, S.F.,** 1995. Flavor and oxidative stability of roasted high oleic peanuts, *Journal of Food Science*, **60**, 3, 489-493.
- Buendia, M.O. and D'appolonia,** 1986. Storage studies on confectionery sunflower kernels, *Cereal Chemistry*, **63**, 2, 85-88.
- Büyükkapucu, A.,** 2002. *Özel görüşme*. Kemer, Antalya.
- Cavaletto, C.G. and Yamamoto, H.Y.,** 1971. Factors affecting Macademia nut stability, 3. Effects of roasting oil quality and antioxidants, *Journal of Food Science*, **36**, 81-83.
- Chu, Y.H. and Hsu, H.F.,** 1999. Effects of antioxidants on peanut oil stability, *Food Chemistry*, **66**, 29-34.
- Cunningham, S.,** 1999. Confectionery Pastes From Almonds, 53. *PMCA Production Conference*, USA.
- Ericson, M.C., Santerre, C.R. and Malingre, M.E.,** 1994. Oxidative stability in raw and roasted pecans: Chemical, physical and sensory measurements, *Journal of Food Science*, **59**, 6, 1234-1243.
- Eskin, N.A.M. and Robinson, D.S.,** 2001. Food Shelf Life Stability. CRC Press, USA.
- Faid, M., Bakhy, K., Anchad, M. and Tantaoui-Elaraki, A.,** 1995. Almond paste: physicochemical and microbiological characterization and preservation with sorbic acid and cinnamon, *Journal of Food Protection*, **58**, 5, 547-550.
- Felland, S.L. and Koehler, P.E.,** 1997. Sensory, chemical, physical changes in increased water activity peanut butter products, *Journal of Food Quality*, **20**, 145-156.
- Frank, J., Geil, J.V. and Freaso, R.,** 1982. Automatic determination of oxidation stability of oil and fatty products, *Food Technology*, **8**, 71-76.
- Gills, L.A. and Resurreccion, A.V.A.,** 2000. Sensory and physical properties of peanut butter treated with palm oil and hydrogenated vegetable oil to prevent oil separation, *Journal of Food Science*, **65**, 1, 173-180.
- Gökmen, V. and Öztan, A.,** 1995. Gıdaların raf ömrünü etkileyen faktörler ve raf ömrünün belirlenmesi, *GIDA*, **20**, 5, 265-271.
- Hamilton, R.J. and Bhati, A.,** 1987. Recent Advances in Chemistry and Technology of Fats and Oils, Elsevier Applied Science, London.
- Hamilton, R.J.,** 1989. Rancidity in Foods, 2nd Edition, Elsevier Science Publishers Ltd., New York.

- Hinds, M.J., Chinnan, S. and Beuchat, L.R.,** 1994. Unhydrogenated palm oil as a stabilizer for peanut butter, *Journal of Food Science*, **59**, 4, 816-820.
- Holaday, C.E. and Pearson, J.L.,** 1974. Effects of genotype and production area on the fatty acid composition, total oil and total protein in peanuts, *Journal of Food Science*, **39**, 1206-1209.
- Hudson, B.J.F.,** 1989. Rancidity in Foods, Elsevier Applied Science, London.
- Hui, Y.H.,** 1992. Encyclopedia of Food Science and Technology, Volume: 1, Wiley and Son Ltd., New York.
- Jacobsen, C., Hartvigsen, K., Lund, P., Adler-Nissen, J., Holmer, G. and Meyer, A.S.,** 2000. Oxidation in fish oil-enriched mayonnaise: 2. Assessment of the efficacy of different tocopherol antioxidant systems by discriminant partial least squares regression analysis, *European Food Research Technology*, **210**, 242-257.
- Jacobsen, C., Hartvigsen, K., Lund, P., Thomsen, M.K., Skibsted, L.H., Holmer, G., Adler-Nissen, J. and Meyer, A.S.,** 2001b. Oxidation in fish oil-enriched mayonnaise: 4. effect of tocopherol concentration on oxidative deterioration, *European Food Research Technology*, **212**, 308-318.
- Jacobsen, C., Meyer, A.S. and Adler-Nissen, J.,** 1999a. Oxidation mechanisms in real food emulsions: oil-water partition coefficients of selected volatile off-flavor compounds in mayonnaise, *Lebensm Unters Forsch*, **208**, 317-327.
- Jacobsen, C., Schwarz K., Stöckmann, H., Meyer, A.S. and Adler-Nissen, J.,** 1999b. Partitioning of selected antioxidants in mayonnaise, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **47**, 3601-3610.
- Jacobsen, C., Timm, M., and Meyer, A.S.,** 2001a. Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **49**, 3947-3956.
- Labuza, T.P.,** 1982. Shelf-life Dating of Foods, Food & Nutrition Press, Inc., USA.
- Larson, R.A.,** 1997. Naturally Occuring Antioxidants. Lewis Publishers, New York.
- Maskan, M. and Karataş, Ş.,** 1999. Storage stability of whole-split pistachio nuts (*Pistachia vera* L.) at various conditions, *Food Chemistry*, **66**, 227-233.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T.,** 1999. Sensory Evaluation Techniques 3rd Edition, CRC Press, London.
- Meyer, A.S. and Jacobsen, C.,** 1996. Fate of the synergistic antioxidant system ascorbic acid, lecithin, and tocopherol in mayonnaise: partition of ascorbic acid, *Journal of Food Lipids*, **3**, 139-147.
- Minifie, B.W.,** 1989. Chocolate, Cocoa, and Confectionery: Science and Technology, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Muego-Gnanasekharan, K.F. and Resurreccion, A.V.A.,** 1992. Physicochemical and sensory characteristics of peanut paste stored at different temperatures, *Journal of Food Science*, **57**, 6, 1385-1389.

- Muego-Gnanasekharan, K.F. and Resurreccion, A.V.A.**, 1993. Physicochemical and sensory characteristics of peanut paste as affected by processing conditions, *Journal of Food Processing and Preservation*, **17**, 321-336.
- Özçelik, B.**, 2000. Biberiye (*rosmarinus officinalis*) Antioksidanlarının Fındık Füresinin Raf Ömrünü Geciktirmedeki Etkinliği, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pomeranz, Y.**, 1985. Functional Properties of Food Components, Academic Press, New York.
- Potter, N.N. ve Hotchkiss, J.H.**, 1995., Food Science, Fifth Edition, Chapman and Hall Inc., New York.
- Ragnarsson, J.O., Leick, D. and Labuza, T.P.**, 1977. Accelerated temperature study of antioxidants, *Journal of Food Science*, **42**, 6, 1536-1544.
- Ressurreccion, A.V.A.**, 1988. Comparison of flavor quality of peanut based pastes and peanut butter by sensory methods, *Journal of Food Science*, **53**, 6, 1827-1830.
- Rudnik, E., Szczucinska, A., Gwardiak, H., Szulc, A. and Winiarska, A.**, 2001. Comparative studies of oxidative stability of linseed oil, *Thermochimica Acta*, **370**, 135-140.
- Sanders, T.H., Vercellotti, J.R. ve Grimm, D.T.**, 1993. Shelf-Life Studies of Foods and Beverages, Elsevier Science Publishers, New York.
- Shahidi, F. and Wanasundara, U.N.**, 1997. Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effects and Applications, AOCS Press, Illinois.
- Shewfelt, A.L. and Young, C.T.**, 1977. Storage stability of peanut-based foods: a review, *Journal of Food Science*, **42**, 5, 1148-1152.
- Sumainah, G.M., Sims, C.A., Bates, R.P. and O'Keefe S.F.**, 2000. Flavor and oxidative stability of peanut-sesame-soy blends, *Journal of Food Science*, **65**, 5, 901-905.
- Taub, I.A. and Singh, R.P.**, 1998. Food Storage Stability. CRC Press, USA.
- TS 2131**, 1987. Baharat-Toplam Kül Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği**, 1997. Dünya Yayıncılık, İstanbul.
- Wada, S. and Fang, X.**, 1993. Synergistic antioxidant effect of rosemary and α -tocopherol at different storage temperatures and its application for inhibiting dry sardine meat oxidation, *Journal of Japan Oil Chemist Soc.*, **43**, 2, 109-115.
- Woestenburg, W.J. and Zaalberg, J.**, 1986. Determination of the oxidative stability of edible oils-Interlaboratory test with the automated Rancimat method, *Fette Seifen Anstrichmittel*, 88-Jahrgang, **2**, 53-56.
- Woodroof, J.G.**, 1973. Peanuts: Production Processing Products, The AVI Publishing Com., Inc., Connecticut.
- Young, C.K. and Cunningham, S.**, 1991. Exploring the partnership of almonds with cereal foods, *Cereal Foods World*, **36**, 5, 412-418.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Erciş’de doğdu. 1995 yılında İSTEK Vakfı Uluğbey Lisesi’nden mezun oldu. 1995-1999 yıllarında İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimini tamamladı. 1999 yılında yüksek lisansına aynı bölümün Gıda Mühendisliği Programı’nda başladı. 2000 yılında araştırma görevlisi olarak göreve başladığı İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nde halen görevini sürdürmektedir. Gıda Mühendisliği Bölümü’nde verilmekte olan Kütle Aktarımı, Duyusal Analiz, Gıda Mühendisliği Tasarımı II derslerinde 2 yıldır aktif olarak görev almaktadır.