



**OSMANİYE YER FISTIğININ
RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ VE
KALİTESİNİN İYİLEşTİRİLMESİNE YÖNELİK
ARAşTIRMALAR PROJESİ
SONUÇ RAPORU**

Gebze, KOCAELİ
şubat, 2015

Yazışma Adresi

TÜKSiAD

Gimat Sosyal Tesisler Binası 372/60
Macunköy - Yenimahalle / ANKARA
Tel: (0312) 397 39 79 Fax: (0312) 397 73 99
<http://www.tuksiad.org>

TÜBİTAK MAM

P.K. 21 41470 Gebze KOCAELİ
Tel: 0262 677 20 00 Fax: 0262 641 23 09
<http://www.mam.gov.tr>

Hazırlık & Baskı

MİNA AJANS Matbaacılık İletişim Neşriyat Ajansı Ltd. Şti.
İvedik OSB 1459. Sk. No: 11 Yenimahalle-ANKARA
Tel: (0312) 394 26 60 -61

Basım Tarihi

07.03.2015

ISBN 978-605-86446-1-8

*Bu raporlardaki verilere uyulmaksızın üretilecek ürünlerden TÜBİTAK MAM sorumlu değildir.
Bu rapor kurumdan izin alınmadan reklam amaçlı kullanılamaz.*

PROJE ELEMANLARI

Adı Soyadı	Çalıştığı Birim	E-Posta Adresi	Projedeki Sorumluluğu
Dr. Ferda Seyhan	GE	ferda.seyhan@tubitak.gov.tr	Yürütücüsü
Bengü Öztürk	GE	bengu.ozturk@tubitak.gov.tr	Yürütücüsü Yrd.
Dr. M. Banu Bahar	GE	banu.bahar@tubitak.gov.tr	Araştırmacı
Dr. Muammer Kaplan	GE	muammer.kaplan@tubitak.gov.tr	Araştırmacı
Dr. İbrahim Özdemir	GE	ibrahim.ozdemir@tubitak.gov.tr	Araştırmacı
Doç. Dr. Erdal Ertaş	GE	erdal.ertas@tubitak.gov.tr	Araştırmacı
Bahar Topal	GE	bahar.topal@tubitak.gov.tr	Araştırmacı
F. Şeyma Bayraktar	GE		Araştırmacı
Elmas Öktem Olgun	GE		Araştırmacı
Senem Akkuş Çevikalp	GE		Araştırmacı
Mustafa Yaman	GE		Araştırmacı
Hatice Aksoy	GE		Araştırmacı
İlknur Demirtaş	GE		Araştırmacı
Vedat Varlı	GE		Teknisyen
Şenol Erdoğan	GE		Teknisyen
Vedat Yalçinkaya	GE		Teknisyen
Ebru Çalı	GE		Teknisyen
Aylin Demirel	GE		Teknisyen
Fuat Arslan	GE		Teknisyen
Gökmen Serdar	GE		Teknisyen



Muammer ÇAPUTÇU
TÜKSİAD Yönetim Kurulu Başkanı

Tüm Kuruyemiş Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜKSİAD) 2008 yılında kurulmuş bir sivil toplum kuruluşu olup, kuruluşundan bu yana üye sayısını düzenli olarak artırmış ve faaliyetlerinin kapsamını sürekli olarak genişletmiştir. Derneğimiz gerçekleştirdiği faaliyetlerle sektörün önemli problemlerini çözmeyi, öne çıkan gündem maddelerini kamuoyuna sunmayı, kamu kurum ve kuruluşları nezdinde temaslarda bulunmayı ve yürüttüğü projelerle sektörümüzün rekabet gücünü artırmayı görev edinmiştir.

Kuruyemişler ülkemizde geleneksel olarak yoğun bir şekilde tüketilen gıdalardır. Bunun yanında hem ülkemizde hem de Dünya’da son yıllarda sağlıklı yaşam ve buna bağlı olarak sağlıklı beslenme gelişen bir eğilim olarak ortaya çıkmakta ve kuruyemişler diyet listelerinin vazgeçilmez bir parçası hâline gelmektedir. Tüketicilerin kuruyemişlere olan talebi bir yandan artarken, diğer yandan da talep biçimleri değişmektedir. Gelişen ekonomi ve artan bilinç düzeyine bağlı olarak tüketicilerin kalite beklentileri gelişirken, paketli kuruyemişlere olan talep de artmaktadır.

Firmalarımızın hem iç pazarda hem de ihracatta değişen talep koşullarına uygun üretim yapmalarını sağlamak ve rekabet güçlerini artırmak amacıyla 2011 yılında TÜKSİAD olarak biz de ürünlerimizi masaya yatırdık ve üretim süreçlerinde geçirdikleri çeşitli bozulmalar nedeniyle kalite kaybına uğradıklarını ve bu durumun kuruyemiş sanayi açısından ekonomik kayıplara neden olduğunu tespit ettik.

Ekonomik kayıpların yanında tüketicilerin sağlığı ve beslenmesi açısından da sakıncalar yaratan bu durumun çözümü amacıyla ülkemizin en saygın araştırma kuruluşlarından biri olan TÜBİTAK-MAM Gıda Enstitüsü ile bir proje fikri çerçevesinde bir araya geldik ve araştırmalarımızı öncelikli olarak yer fıstığı ve ay çekirdeği konusunda başlatmaya karar verdik.

TÜBİTAK-MAM Gıda Enstitüsü Proje Ekibi tarafından ‘Osmaniye Yer Fıstığının Raf Ömrünün Belirlenmesi ve Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Araştırmalar Projesi’ kapsamında çalışmalar 2012 yılında başlatıldı. Hedef kitlesi yer fıstığı üreticileri ve sanayicileri olan ilk toplantımız 16 Kasım 2012 tarihinde Osmaniye’de gerçekleştirilirken, projemiz süresince ortaya çıkan ara sonuçlar 2013 ve 2014 TÜKSİAD Genel Kurul Toplantıları esnasında da üyelerimizle paylaşıldı. Projemiz kapsamında araştırmalar Şubat 2015 itibarıyla tamamlandı ve Sonuç Raporu hazırlandı.

Osmaniye Yer Fıstığının Raf Ömrünün Belirlenmesi ve Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Araştırmalar Projesi Sonuç Raporu’nun hepimiz için bir başucu kitabı niteliğinde olacağını düşünüyor ve içeriğinde yer alan önemli bulguların firmalarımız tarafından üretim süreçlerinde uygulanarak Osmaniye yer fıstığının ve sektörümüzün rekabet gücünü artıracaklarını umuyorum.

Projemiz kapsamında gerçekleştirdikleri özverili çalışmaları ve emekleri için Proje Yürütücüsü Dr. Ferda SEYHAN başta olmak üzere TÜBİTAK-MAM Gıda Enstitüsü’ndeki Proje Ekibi’ne; proje fikrinin ortaya çıkması, ilk görüşmelerin gerçekleştirilmesi ve projenin çerçevesinin oluşturulması süreçlerindeki çabalarından dolayı önceki dönem Yönetim Kurulu Başkanımız Hasan Hüseyin KARAPINAR başta olmak üzere tüm Yönetim Kurulu üyelerimize ve Projemiz kapsamındaki araştırmalar için tesislerini kullanıma açan TÜKSİAD Üyesi Başpınar Fıstıkçılık ve Binboğalar Tarım Ürünleri firmalarına sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.



Dr. Ferda SEYHAN

Proje Yürütücüsü

Tüm Kuruyemiş Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜKSİAD) tarafından kuruyemişlerle ilgili sorunların çözümüne yönelik 2011 yılında başlayan görüşmeler sonucunda, öncelikli olarak Osmaniye’de yetiştirilen yerfıstıkları ve ay çiçeği çekirdeklerinde raf ömrünün iyileştirilmesine yönelik oluşturulan projemizle, bu konuda ilk adım adım atılmıştır.

Projenin ilk aşaması olan yerfıstıkları ile ilgili çalışmalar, Ekim 2012 hasat döneminden sonra başlamış ve hasat sonrası, hasattan 9 ve 12 ay sonra kavurma işlemleri ve devamı çiftçiler ve üreticilere yönelik olarak “Kuruyemiş Sektöründe İyi Tarım (GAP), İyi İşleme (GMP) ve İyi Depolama (GSP) Uygulamaları” eğitimi 16 Kasım 2012 tarihinde Osmaniye Valiliği, İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü katkıları ile organize edilmiş ve ilgili eğitim kitapçık haline getirilmiştir.

Bu rapor kapsamında sadece yerfıstıkları ile ilgili olan çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar doğrultusunda yapılacak uygulamalar ve alınacak önlemler ile Osmaniye’de yetiştirilen yerfıstıklarının ham olarak depolandıkları süre boyunca kalitelerini uzun süre muhafaza etmeleri ve kavurma işleminden sonra daha uzun süre kalitelerini koruyabilmeleri mümkün olabilecektir. Böylece, paket içerisinde satılan yerfıstıklarında zamanla oluşan acımsı tat nedeni ile tüketici şikâyetleri ve ürünlerin geri iadeleri en aza indirgenebilecektir.

Güvenilir, kaliteli ve sağlıklı ürünlerin topluma sunulması amacı ile “Osmaniye yerfıstıklarının raf ömürlerinin belirlenmesi ve kalitesinin iyileştirilmesine yönelik araştırmalar” konusundaki, 5124106 numaralı, araştırma projemizi destekleyerek toplumsal sorumluluk üstlenen tüm TÜKSİAD üyeleri ve yöneticilerine, deneysel verilerin güvenilirliğinin sağlanmasında tekrarlardan kaçınmayarak mevcut tekniklerin uygulanmasında gerekli hassasiyeti gösteren TÜBİTAK MAM Gıda Enstitüsü Ekibine, yerfıstıklarının, kullanılan ambalaj malzemelerinin temini ve LOKAL depo ortamının oluşturulması, örneklerin ve alınan kayıtların zamanında teslimi konusunda Başpınar Fıstık ve Binboğalar Yerfıstığı ve Yan Ürünleri End. İhr. Ve İth. Ltd. Şti.’ye, yerfıstıklarının işlenmesi ve paketlenmesinde tesislerini proje çalışmaları için kullanıma açan Ekmekçioğlu Gıda ve Kuruyemiş San. Tic. A.Ş.’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



TÜM KURUYEMİŞ SANAYİCİLERİ
VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ
TÜKSİAD



TÜBİTAK

MAM

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	8
1. GİRİŞ	11
1.1. YERFİSTİKLERİNİN BOZULMA NEDENLERİ	11
1.2. YERFİSTİKLERİNİN BOZULMASINA ETKİ EDEN ETMENLER.....	15
1.3. YERFİSTİKLERİNİN DEPOLANMASI.....	21
1.4. YERFİSTİĞİNDE DOĞRU HASAT UYGULAMALARI	22
2. PROJE BİLGİLERİ	24
2.1. YÖNTEM.....	24
2.2. PROJE GELİŞİMİ	27
2.3. YERFİSTİĞİ KAVURMA ve AMBALAJLAMA İŞLEMLERİ.....	27
2.4. "KURUYEMİŞ SEKTÖRÜNDE İYİ TARIM, DEPOLAMA VE İŞLEME UYGULAMALARI" EĞİTİMLERİ.....	30
3. SONUÇLAR.....	31
3.1. HAMMADDE ÖZELLİKLERİ.....	31
3.2. İŞLENMEMİŞ (HAM) YERFİSTİKLERİNİN DEPOLANMASI VE DEPO KOŞULLARI	34
3.3. İŞLENMİŞ YERFİSTİKLERİNİN DEPOLANMASI	41
3.4. SONUÇ.....	67
4. KAYNAKLAR	71

ÖZET

Bu çalışmada, yerfıstıkları Osmaniye'den 2012 hasadından temin edilmiş ve normal paketli ürünler işletme ortamında otomatik paketleme sistemi ile paketlenmiştir. LOKAL depoda muhafaza edilen örnekler kabuklu olarak, serin ve kuru depoda (MAM) muhafaza edilen örnekler ise ticari uygulamaya paralellik sağlaması açısından kabuksuz olarak muhafaza edilmiştir ve yine ticari uygulamaya paralellik sağlaması açısından %2.6 tuz oranında 180°C'de 20dak. kavrulmuştur. Osmaniye'de yetiştirilen yerfıstığının raf ömrünün arttırılmasına yönelik çalışmalar kapsamında ham ve işlenmiş yerfıstıklarının farklı depolama ve ambalajlama koşullarında muhafaza edilerek depolama süresince bozulma reaksiyonları sonucu açığa çıkan bileşikler ve tat değişiklikleri analitik ve duyuşal testlerle takip edilmiştir.

İşlenmemiş, ham ürünlerde, farklı depolama koşullarının raf ömrü üzerine etkisini belirlemek amacı ile 22 ay boyunca belirli aralıklarla örnekleme yapılarak fıstıklarda, bozulma reaksiyonları açısından; peroksit değeri, serbest yağ asitliği, p-anisidin değeri, hekzanal değeri ve kalite özellikleri açısından ise E vitamini değişimi incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; ham ürünler, kabuklarından ayrıldıktan ve ayıklandıktan sonra serin ve kuru (~10°C ve <%65 BN) depolama koşullarında, kontrolsüz ortamda kabuklu olarak muhafaza edilen ürünlerden daha kaliteli ve daha uzun süre muhafaza edilebilmiştir. E vitamininin korunması açısından da ham ürünlerin kabuksuz da olsa serin ve kuru depoda muhafaza edilmesi daha iyi sonuç vermiştir. Ancak, yerfıstıklarının kabuklarının daha kolay kırılması için gerekli olan nem içeriği ve kurutma koşulları güvenli ve kaliteli depolama için uygun değildir. Ham ürünler, kabukları kırıldıktan sonra yaklaşık %5 nem içeriğine kadar kurutulup, %55'den daha az bağıl nemde ve serin ortamda depolandıkları takdirde, bu ürünlerden elde edilecek kavrulmuş ürünler daha kaliteli ve daha uzun raf ömürlü olacaklardır.

Kavrulmuş yerfıstıklarında acılaşıma ve E vitamini kaybı oksijensiz ortamda; azot gazı/deoksidizer ile paketlenmiş ürünlerde ve düşük sıcaklıktaki depolama koşullarında daha az olmuştur. Normal paketlenmiş ürünlerde 4 ay içerisinde, azot gazı (>97) ile paketli ürünlerde ise 10°C'de 10 ayda, 20 ve 30°C'de 6 ayda acılaşımanın hissedildiği peroksit değerine (25 meş/kg) ulaşılmıştır. Deoksidizer ile paketlenen ürünlerde 12 aylık depolama sonrasında bu değerin altında kalınmış, vakum uygulanan paketlerde kavrulmuş ürünler 6 ay sonunda sınır değeri geçmiştir.

Dolayısı ile raf ömrünü arttırmak amacı ile ham ürünün serin ve kuru ortamda bekletilerek, işleme sonrası oksijensiz; azotlu/deoksidizerli ortamda paketlenmesi ile kavrulmuş ürünler en az 1 yıl muhafaza edilebilmektedirler. Ancak paketleme sırasında oksijen oranının mümkün olduğunca %1'den az olması ve paketin depolanma süresince hava sızdırmaması raf ömrünün uzatılması açısından son derece önemlidir. Bu önlemler alındığı takdirde hasat sonrası işlenen ürünler bir yıldan daha uzun süre depolanabilmektedirler.

Ham yerfıstıkları hasattan 9 ay sonra kavrulup, normal atmosfer koşullarında paketli halde depolandıkları takdirde 2 ay içerisinde kalitelerini kaybetmekte ve acılaşıma başlamaktadır. Oysa, kontrolsüz depo koşullarında 9 ay depolansalar bile, sonrasında kavrulan yerfıstıkları azot gazı altında (>%99) paklendikleri takdirde 20°C'de en az 11 ay raf ömrüne sahip olacak şekilde muhafaza edilebilmektedir. Bunun yanı sıra, ham ürünler serin ve

kuru ($\sim 10^{\circ}\text{C}$ ve $< \%65$ BN) ortamda, kavurma işlemi sonrası azot gazı ($> \%99$) ile muhafaza edildikleri takdirde bu ürünler 12 ay raf ömrüne sahip olacak şekilde, kalitelerini daha iyi koruyarak muhafaza edilebilmektedir. Ham ürünler, kabuksuz da olsa, serin ve kuru ($\sim 10^{\circ}\text{C}$ ve $< \%65$ BN) ortamda 9 ay muhafaza edildiklerinde, işlendikten sonra kontrolsüz ortamda depolanan ürünlere kıyasla 1-2 ay daha fazla muhafaza edilebilmektedirler.

Ham yerfıstıkları 12 ay depolandıktan sonra kavrulduklarında azot gazı altında paketlenenler bile 2 ay içerisinde acılaşma başlamakta ve kalitelerini kaybetmektedirler. Sadece kuru ve serin depoda (Kabuksuz olarak $< \%65$ BN ve 10°C) muhafaza edilen ve azot gazı ($> \%95$) ile paketlenen ürünlerde bu süre 2 ay uzatılabilmiş ve raf ömrü 4 aya çıkarılabilmektedir. Dolayısı ile hasattan sonra ürünlerin $< \%65$ BN ve 10°C 'de depolanması ve sonrasında en az $\%99$ oranında AZOT gazı ile sızdırma olmayacak şekilde paketlenmesi ile ürünün raf ömrü en az 1 yıl uzatılabilir. Ayrıca, yağlı ürünlerin depolanmasında bağıl nem sıcaklıktan daha önemli bir kriter olduğundan bağıl nemin $\%55$ 'den daha az olması kalitenin iyileştirilmesi açısından serin koşullara kıyasla çok daha etkili olacaktır.

Ürünlerin azot gazı altında paketlenildikten sonra, depolama sırasında çeşitli nedenlere bağlı olarak paketlerin dışarıdan hava sızdırması sorunu ile endüstriyel ölçekte de karşı karşıya gelindiğinden, paketleme işlemi sırasında veya sonrasında sızıntı problemi yaşanmaması için:

- Modifiye atmosfer paketlemeye uygun ambalaj malzemesi (yüksek bariyerli ve doğru şekilde yapıştırma, kapatmaya uygun) seçimi yapılması,
- Gazlı dolum yapılacak makinenin hassas çalışmaya uygun şekilde tasarlanmış olması,
- Gazlı dolumun yapılması sırasında tozuma olmayacak ve paketin içerisinde $\%1$ 'den daha az oksijen kalacak şekilde dolum yapılması,
- Paketleme sırasında operatörlerin sürekli test yaparak ambalajların iyi kapatılması için gerekli önlemleri alması gibi hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

Proje kapsamında, mevcut koşullara kıyasla yerfıstıklarının daha serin ve kuru ortamda ham olarak depolandıklarında kavrulmuş ürünlerin raf ömrüne ne kadar etkisinin olacağı ve kavrulduktan sonra farklı ambalaj ve depolama sıcaklıklarında muhafaza edildiklerinde bu sürenin ne kadar uzatılacağı konuları çalışılmıştır. Bu çalışmaların sadece raf ömrü ile sınırlı kalmayıp daha lezzetli ve daha dayanıklı ürünlerin eldesi için farklı çeşitlerin araştırılması, Osmaniye'de daha dayanıklı yerfıstığı çeşitlerinin ıslahı, kavurma koşullarının uzun raf ömürlü ürünler elde edilmesine yönelik olarak araştırılması gibi konular gelecekte desteklenmesi gereken proje konuları arasına mutlaka alınmalıdır.



1. GİRİŞ

1.1. YERFISTIKLARININ BOZULMA NEDENLERİ

Yerfıstıkları besin değeri açısından çok zengin olup, yüksek oranda yağ (%50-55) ve protein (%25-28) içermektedir. Yerfıstıkları iyi bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra kalp-damar sağlığı açısından önemli rol oynayan ve kalp krizi riskini azaltmaya yarayan doymamış yağ asitleri içermektedirler. Ayrıca, yerfıstıkları mineral ve vitamin içeriği açısından da son derece önemlidir. Ancak, yerfıstıklarında bozulmaya bağlı kalite değişimi, yüksek yağ oranı ve doymamış yağ asidi içeriği nedeni ile oksidasyon sonucu kötü tat ve koku ile kendini göstermektedir. Yerfıstıkları, diğer yağlı ürünler gibi depolama aşamasında bağıl nem, ısı ve oksijenin etkisi ile bozulmakta, kalitelerinde ve duysal özelliklerindeki değişim nedeni ile tüketilemez hale gelmektedir.

Yerfıstığı gibi doymamış yağ oranı yüksek olan kuruyemişler, uzun süre depolama süresince oksidasyona maruz kalabildiğinden bu ürünlerde kötü tat, koku ve acılaşma oluşmaktadır. Acılaşma, ransidite de denilen ve yağlarda bulunan doymamış yağ asitlerindeki çift bağların yükseltgenerek peroksitler ve aldehitler gibi maddelere dönüşmesi ile ortaya çıkan kötü tat ve kokudur. Hasat şekli, hasat döneminden işleme aşamasına kadar geçen depolama süresi boyunca depolama şekli (yığın veya çuvalı), koşulları (bağıl nem, sıcaklık, ışık), kavurma işlemi sonrası ambalaj özellikleri (ışık, oksijen ve su buharı geçirgenliği) ürünün raf ömrüne etki eden önemli etmenlerdir. Sıcaklık, bağıl nem (BN), oksijen ve ışık yağlı ürünlerde kalite kayıplarına neden olan dış etmenler olup, sıcaklıktaki her 10°C'lik artış yağlı ürünlerin raf ömrünü 1.5-2 kat, su aktivitesi veya bağıl nemdeki 0.1'lik artış ise raf ömrünü 2-3 kat azaltmaktadır (Labuza, 1971, 1982). Uygun koşullar oluşturulmadığı ve kontrol edilmediği takdirde ürünlerin raf ömrü kısaltmakta ve üründe acılaşma, lezzet ve besin değeri kaybı, aflatoksin oluşumu gibi kaliteyi olumsuz yönde etkileyen faktörler ortaya çıkmaktadır.

Kuruyemişlerin bozulması birbirlerini etkileyebilen farklı mekanizmalarla olabilmekte, birisinin başlaması diğerinin oluşmasına yol açabilmektedir. Bozulmalar fiziksel (hasat, taşıma, nakliye ve depolama sırasında darbe ve vurguna maruz kalma), mikrobiyal faaliyetler ve/veya biyokimyasal kökenli tepkimeler sonucu oluşabilmekte, ışık ve ambalaj-ürün etkileşimi de bu mekanizmalarda etkili olabilmektedir (Leonardis ve ark, 2003, Maté ve ark, 1996, O'Keefe ve ark, 1993, Ory ve ark., 1984, Ragnarsson ve Labuza, 1977). Kuruyemiş kalitesinin iyileştirilmesi ekonomik kayıpların yanı sıra insan sağlığı ve beslenmesi açısından da önemlidir. Kuruyemiş ürünlerinin hasattan itibaren doğru depolanması ve tüketime hazır hale gelene kadar uygun koşullarda ambalajlanması ile raf ömrünün, dolayısıyla kalitesinin iyileştirilmesi ile ilgili problemler ve ekonomik kayıplar en aza indirgenebilir.

Kuruyemişlerin kalitesindeki iyileştirme ancak bozulma mekanizmalarının iyi anlaşılması ve bunlara yönelik önleyici tedbirlerin alınması ile mümkün olacaktır.

Mikrobiyal Bozulmalar

Gıdalarda mikrobiyal faaliyetler, gıda bozulmaları ve/veya gıda zehirlenmelerine neden olabilmektedir. Gıdaların pH, su aktivitesi, toplam asitliği, koruyucuların varlığı, doğal mikroflora, besin içeriği, indirgenme potansiyeli, çevrenin kimyasal ve fiziksel özellikleri, ürünü çevreleyen atmosferin gaz bileşimi, depolama sıcaklığı ve bağıl nemi mikroorganizmaların faaliyetlerini etkileyen önemli unsurlardır. TS 13232 nolu standartta işlenmiş yerfıstıklarının mikrobiyolojik özellikleri Tablo 1.1'de verilen değerlere göre belirlenmiştir.

Tablo 1.1. TS 13232 nolu İşlenmiş yer fıstığı standardına göre mikrobiyolojik özellikler

Özellikler	Değerler			
	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i> *	5	1	<3	9
<i>Salmonella</i> spp	10	0	25 g da bulunmamalı	
Küf(kob/g)	5	2	1x10 ³	1x10 ⁴
Aflatoksin miktarı (B1+B2+G1+G2) µg/kg en çok	10			

*EMS çizelgesine göre (kob/g)

n: Numune sayısı

c: Mikroorganizma sayısı 'm' ile 'M' arasında bulunabilecek maksimum numune sayısı

M: 'c' sayıda numunede bulunabilecek maksimum mikroorganizma sayısı

Yerfıstıklarında küf bulaşması yaygın olup, gelişmeleri insan ve hayvan sağlığı için önemli bir risk oluşturmaktadır. Tarımsal ürünlerde, küf gelişimi tarla veya bahçede başlamakta, hasat ve yetersiz ve/veya uygun olmayan kurutma koşulları nedeniyle gelişebilmekte, depolama ve taşıma sırasında da oluşabilmektedir. İşlenmemiş yerfıstıklarında hasat, kurutma ve depolama süresince çeşitli küfler aflatoksin üretebilmektedir. Hasat sonrası işlemler ve depolama sırasında *A. flavus* gelişimi için uygun nemli koşullar söz konusu olduğunda küfler aflatoksin oluşumuna neden olabilmektedir (Şekil 1.1.). Yağış, nemli depo koşulları kuruyemişlerde hasattan sonra oluşan küf sayısı ve mikroflorayı etkileyen en önemli unsurdur.

Yağışın fazla olması durumunda, bakteri ve küflerin toplam sayısı 10⁸ koloni/g'a kadar yükselmektedir. Küfler, gıdaların protein, yağ, ve karbonhidratlarını enzimatik faaliyetlerle parçalayarak gıdanın dokusunu değiştirmekte, yağ içeriğinin azalmasına, serbest yağ asidi miktarının artmasına, proteinlerin parçalanmasına, amino asit bileşiminde değişime, renk değişimine, kötü koku oluşmasına, tat değişimlerine ve ağırlık kaybına yol açmaktadırlar. Küfler sağlam gıdanın içine de girebildiklerinden bakterilerden daha fazla zarar vermekte ve aflatoksin oluşumuna neden olmaktadır. (Sanders ve ark. 1993, Bullerman ve ark. 1984)



Şekil 1.1. Yerfıstıklarında küf gelişimi ve aflatoksin oluşumu

Aflatoksin oluşumu, ortam bağıl nemi ile dolayısıyla ürünün su aktivitesi ile ilgilidir. Güneşte kurutma sırasında, su aktivitesinin yüksek olduğu ilk 6-10 günde aflatoksin oluşabilmektedir. Depolama sırasında, su aktivitesinin 0.78-0.81 (%78-81 Denge Bağıl Nemi) olduğu durumlarda (genellikle kötü depo koşulları ve kek ürünleri) kuruyemişler aflatoksin üretilmesi için iyi bir besi yeri oluşturmaktadır (Bullerman ve ark., 1984).

Şekil 1.2' de yerfıstıklarının tohumdan hasat dönemine kadar geçen süreçteki nem içeriği ve buna karşın aflatoksin oluşumu açısından riskli durumları gösteren grafik verilmiştir. Yerfıstıkları toprakla temas halinde olduğundan aflatoksin açısından en riskli ürünlerden biridir.

Hasat işlemleri sırasında toprak ile temas ve yetersiz düzeyde kurutma küflerin üremesine ve devamında aflatoksin oluşumuna neden olur.



Şekil 1.2. Hasat öncesi ve sonrası yerfıstığı nem içeriği risk durumu

Küf gelişimi tarlada başlar ve hasat ve depolama işlemleri sırasında artış gösterir. Aflatoksin %85 bağıl nemin üzerindeki koşullarda oluşan, yerfıstıklarında en çok rastlanılan ve doğal koşullarda oluşan karsinogen bir maddedir. Aflatoksin açısından minimum risk için fıstıkların hızla kurutularak güvenli depolama nemi olan %8.5 nem içeriğinin altına düşürülmesi gerekmektedir. Yağış olan durumlarda aflatoksin riski artmaktadır. Güneşte kurutma küçük üreticiler tarafından kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem hava koşullarına bağlı olduğundan ve yağışlı havalarda kurumayı geciktirmesinden dolayı güvenli bir yöntem değildir. Hijyenik koşullar doğal kurutma ortamında sağlanamamakta, fıstıklar çevreden gelen kuş, toz, kedi, köpek gibi etkilere maruz kalmaktadır. Aflatoksin oluşumunun yanı sıra küf gelişimi fıstıkların besinsel özelliğini de değiştirmekte, yapısal ve duysal yapısını bozmaktadır. Aflatoksin miktarı ileri işleme aşamalarında ayıklama ve kavurma işlemlerinde kısmen azaltılsa bile tamamen yok edilemeyeceğinden hasat ve depolama aşamalarında oluşmasının engellenmesi gerekir.

Biyokimyasal Bozulmalar

Kuruyemişlerden kabuklu olanları, uygun koşullarda kabuklu olarak birkaç yıl muhafaza edilebilirken, kabukları kırıldığı andan itibaren bozulma tepkimeleri (yağın oksidasyonu, karbonhidratların hidrolizi) başlamaktadır. Kuruyemişlerin uzun raf ömrüne sahip olması için alınması gereken tedbirlerin başında hasadın ve kurutmanın uygun şekilde, en kısa sürede yapılması gelmektedir. Kurutulduktan sonra depolanan ürünler için alınması gereken tedbir ise uygun depolama koşullarının oluşturulması ve ürünlerin bozulmasını engellemek için uygun ambalaj malzemesi ile paketlenmesidir. Bozulma reaksiyonları nem, ortam sıcaklığı ve bağıl nemi, oksijen ve ışığın etkisi ile hızlanmaktadır. Kuruyemişlerde kalite kayıpları üzerine nemin sıcaklıktan daha etkili olduğu gözlenmiş, %60-62 bağıl nem dolaylarında ham olarak depolanan ürünlerde kalitenin daha uzun süre korunduğu sonucuna varılmıştır.

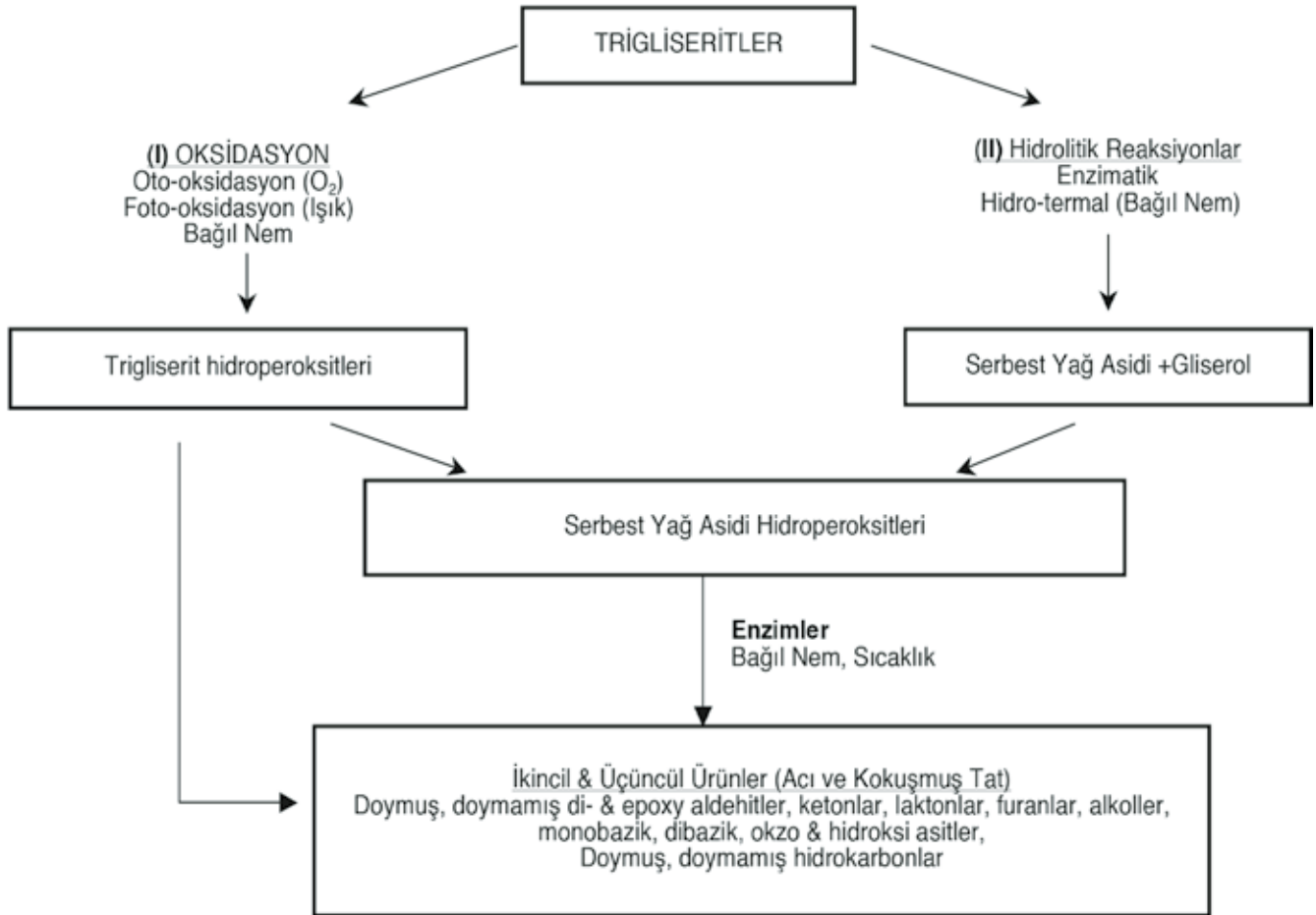
Kuruyemişlerin depolanması ve işlenmesi sırasında acılaşıma (yağda oluşan metalik yağ tadı) Şekil 1.3'te şematik olarak görüldüğü gibi yağların sıcaklık, nem, ışık gibi ortam koşulları veya enzimlerin etkileri ile hidro-peroksitlere ve daha sonrasında bunların acımsı ve kokuşmuş tada neden olan ikincil ve üçüncül ürünlerin (doymuş, doymamış di- & epoxy aldehytler, ketonlar, laktonlar, furanlar, alkoller, monobazik, dibazik, okzo & hidroksi asitler, doymuş, doymamış hidro-karbonlar) oluşması ile açığa çıkar (St Angelo, 1996).

Yerfıstıkları ile ilgili yapılan çalışmalarda (Bett ve Bolyston, 1992, Evranuz, 1993 ve 2000, Angelo ve Ory, 1975a, b, Angelo ve ark., 1979, St Angelo, 1996) bozulmanın oksijen etkisi ile acılaşıma reaksiyonları sonucu meydana geldiği belirtilmiştir.

Kuruyemişlerde biyokimyasal kalite kayıpları genellikle acılaşıma nedeni ile olabilmekte ve oto-oksidasyon veya hidrolitik bozulma sonucu meydana gelmektedir. Hidrolitik bozulma enzim faaliyetleri sonucu oluşmakta ve serbest yağ asitliğinin artmasına neden olmaktadır.

Oksidatif Acılaşıma

Yağın oksidasyonu, tat ve kokunun bozulmasına ve raf ömrünün kılmasına neden olmaktadır. Yağın acılaşıması, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ile sonuçlanan karmaşık kimyasal tepkimeler zinciridir (Pattee ve ark, 1971). Temel olarak, başlangıçta oluşan serbest radikaller hidro-peroksit oluşumuna ve hidro-peroksitler de birçoğu toksik etki gösteren son ürünlerin oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca, reaktif ürünler olan serbest hidroksil radikaller protein, nükleik asit gibi biyo-moleküllerin yapısını bozabilmektedir (Duthie, 1993). Yerfıstığı ve ayçiçeği çekirdeğinde bulunan yağlar, hidrolitik oksidasyon ve kimyasal oto-oksidasyon sonucu acılaşımaktadır (Beringer ve Dompert, 1976, Evranuz, 1993). İlkinde acılaşıma enzimlerin (peroksidaz, lipooksigenaz, esteraz, vb) etkisiyle ve diğerinde ise yüksek miktardaki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu olmaktadır (Sanders ve ark., 1975, Seyhan, 2001, Sanders ve Pattee, 1975). Yerfıstıkları genellikle %50-55 oranında yağ içermekte ve bu yağın %30-35'ini linoleik, %40-50'sini oleik asit oluşturmaktadır.



Şekil 1.3. Acılaşıma mekanizması (Ragnarsson ve Labuza, 1977; Sanders ve ark., 1993 çalışmalarına göre uyarlanmış).

Doymamış yağ asitlerinin yüksek olması nedeni ile yarfistıklarının yağ ı çok ıabuk okside olmakta ve kötü tat ve koku olarak tanımlanan acılaşma (ransidite) başlamaktadır. Yağın okside olması, yağın kompozisyonu, iıerdiğı enzimler, antioksidanlar ve iz metaller tarafından etkilenmektedir. Yüksek bağıl nem ve sıcaklık, bu değışimi hızlandırmakta ve ürünün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Hadorn ve ark., 1977, Labuza, 1984, Keme ve ark., 1983). Yağların oto-oksidasyonu ve enzimler sonucu meydana gelen oksidasyon oksijensiz ortamda çok daha yavaş olmaktadır. Acılaşma hızı oksijen ve ışığın etkisiyle de artış göstermekte, bu nedenle yağlı tohumların veya yağlı kuruyemişlerin oksijen kadar ışığı önleyecek şekilde paketlenerek muhafaza edilmesi önerilmektedir (Woodroff, 1975, Sattar ve ark, 1976, 1989, Farag ve ark, 2002).

Peroksit değıeri 1 kg yağdaki peroksit miktarını veren değıerdir ve birimi milieşdeğıer (meş) olarak verilir. Acılaşma (ransit) tadı ile peroksit değıeri arasındaki ilişki yağın tipine bağılı olup, en iyi tat paneli ile anlaşılabilir. Tipik acılaşma, okside tatlar karbonil tipteki bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Peroksit değıerinin stabil bir değıer olmadığına dikkat etmek gerekir. Peroksit değıeri ile acılaşma arasında genel bir kural oluşturmak çok zordur. Peroksit değıerinin taze yağlarda 10 meş/kg'dan az olması gerekir, peroksit değıeri genellikle 30 ve 40 meş/kg iken ransit/acılaşma tadı hissedilebilir.

Chun ve ark.'nın (2005) yaptığı bir ıalışmada 21°C'de aıık havada depolanan kavrulmuş yarfistıklarının 12 haftada 47 meş/kg peroksit değıerine ulaştığı, vakumlu olarak ise 38 haftada peroksit değıerlerinin 2 meş/kg değıerinin altında kaldığı gözlenmiştir. Kavrulmuş yarfistıklarının E vitamini iıeriğinin vakumlu koşullarda 12 haftada %50 azaldığı, aıık havada ise %90'ının kaybolduğı tespit edilmiştir. İşlenmemiş yarfistıklarının 38 hafta sonunda E vitamin iıeriklerinin %70 'i korunabilmiştir. Bu ıalışmada, kavurma işleminin peroksit artışını hızlandırdığı ve vakum uygulamasının, yani ortamdan oksijeni uzaklaştırmanın lipid oksidasyonunu geciktirdiğı ortaya konmuştur.

Literatürde, yarfistıklarının kalitesinin, peroksit değıerinin 42-47meş/kg'dan büyük olduğı zamanlarda kaybettiğı yapılan ıalışmalarda belirtilmektedir. Kabul edilebilir PV sınırı genellikle 20-30 meş/kg olarak alınmaktadır (St. Angelo ve ark., 1996). Evranuz (2000) yarfistığının acılaşması ile ilgili yaptığı ıalışmada 25 meş/kg değıerinin acılaşmanın hissedildiğı peroksit değıeri olarak kabul etmiştir. TS 13232 nolu standartta peroksit sayısı (milieşdeğıer g/kg) en çok 10 meş/kg olarak verilmiştir (Tablo 1.2). Yüksek peroksit değıeri acılaşmanın kesin göstergesidir. Orta düzeydeki peroksit değıerleri ise acılaşmanın henüz başladığını gösteriyor olabilir ya da peroksit değıerinin yüksek konsantrasyona ulaştıktan sonra peroksitin parıalanması sonucu ikincil ürünlere dönüştüğünün göstergesi de olabilir.

Tablo 1.2. TS 13232 nolu işlenmiş yer fıstığı standardına göre fiziksel ve kimyasal özellikler

Özellikler	
Rutubet (m/m) % en çok	5
Peroksit sayısı (milieşdeğıer g/kg) en çok	10

Hidrolitik Acılaşma

Kuruyemişlerde lipaz, lipoksijenaz, peroksidaz, polifenoloksidaz gibi enzimler acılaşmaya neden olan enzimlerdir. Özellikle işlenmemiş ham yarfistıklarında lipoksijenaz aktivitesi raf ömrünü azaltan en önemli etkindir ve oksijen varlığında aktif durumdadır. Linoleik ve linolenik asitlere etki eden lipooksijenaz enzimi, hekzanal üretimine ve kötü kokulara yol aıarak raf ömrünü kısalttığı için önemlidir (Angelo ve ark., 1979). Kavurma işlemi sırasında uygulanan sıcaklığa bağılı olarak enzimler aktivitelerini kaybederler. Dolayısı ile enzimlere bağılı kalite değıışimleri işlenmemiş natürel ürünlerde daha çok önemlidir (Angelo ve ark., 1979).

1.2. YER FISTIKLARININ BOZULMASINA ETKİ EDEN ETMENLER

Yarfistığı gibi yağlı ürünlere kalitenin uzun süre korunması iı ve dış etmenlere bağılı olup bu etmenler Tablo 1.3'te verilmiştir. İı etmenler, ağırlıklı olarak tohum seğıimi ile belirleyici olmakta, iklim ve yetiştirme koşulları ile yıllara bağılı değıişim göstermektedir. Ancak, mevcut ürün iıin dış etmenlere dikkat edildiğı takdirde uzun raf ömürlü ürünler elde etmek mümkün olabilecektir.

Tablo 1.3. Yerfıstıklarının kalitesine etki eden etmenler

İÇ ETMENLER	DIŞ ETMENLER
Ürünün içeriği: - Yağ oranı - Yağ asitleri oranları (MUFA ve PUFA oranları) - E Vitamini içeriği - Mineral içeriği - Antioksidan içeriği - Enzim aktivitesi (ham üründe özellikle lipoksijenaz enzimi)	Yetiştirme koşulları: - İklim (sıcaklık ve yağış durumuna bağlı stres koşulları) - Doğru dikim sıklığı, gübreleme, sulama gibi "İyi Tarım Uygulamaları" - Doğru hasat zamanı
	Ürün depolama koşulları: - Bağıl nem (ham üründe <%50), kavrulmuş üründe (<%30) - Sıcaklık - Işık
	Kavurma Koşulları: - Kavurma sıcaklığı ve süresi - Soğutma koşulları (hava bağıl nemi, süre)
	Ambalajlama koşulları: - Ambalajın geçirgenliği - Ambalaj içerisindeki oksijen oranı - Ambalajın sızdırmazlığı
	Fiziksel darbe (taşıma, nakliye, depolama sırasında dokunun zedelenmesi, vurgun alması)

Uzun raf ömürlü yerfıstığı için tohum seçiminde yerfıstıklarının doymamış yağ asitleri oranı (oleik, linoleik ve linolenik asitler), mineral, E vitamini, özellikle ince zardaki fenolik maddeler gibi antioksidan içeriklerinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu özellikler ürünün oksidasyon stabilitesini etkilemekte olup iklim ve tarım uygulamalarına bağlı olarak değişim göstermektedirler.

Yağ asitleri kompozisyonu

Doymamış yağ asitlerinin varlığı yer fıstığının besin değerini arttırmakla birlikte aynı zamanda lipid oksidasyonunu da arttırmaktadır. Yağ oranı ürünün yetiştiği bölge ve çeşide göre değişmekte ve aynı zamanda yağ asitleri de çeşide, jeolojik bölgeye, iklime ve olgunluk derecesine göre değişim göstermektedir. Yağdaki doymamış yağ asidi oranı ürünün dayanıklılığını etkilemektedir. Yağ asitlerinin oksitlenme hızları doymamışlık arttıkça artmaktadır. Bu yağ asitlerinin birbirine bağlı olarak konsantrasyonları oksidasyon hızını dolayısı ile raf ömrünü etkilemektedir. Özellikle linoleik asit miktarının ürünün kalitesinin korunmasında en önemli etkenlerden biri olduğu bilinmektedir. Yerfıstıkları ile yapılan bir çalışmada yüksek oleik asit oranına sahip olanların daha uzun süre dayandıkları tespit edilmiştir (Mugendi ve ark., 1998, Baker, 2002, Talcott ve Duncan, 2005). Bu nedenle bu üç yağ asidinin yerfıstığı yağındaki konsantrasyonu oksidasyon hızı, aroma kaybı ve dolayısıyla raf ömrü açısından son derece önemlidir.

Doymamış yağ asitlerinin yüksek olması sağlık açısından avantaj sağlarken, oksidasyon açısından daha hızlı bozulmaya neden olmaktadır. Yerfıstıklarında yüksek oranda bulunan oleik ve linoleik asit içerikleri ürünün oksidasyon stabilitesini belirleyici etmenlerdendir. Oksidasyon hızı açısından tekli doymamış yağ asiti (mono unsaturated fatty acid : MUFA) oleik asit bir birim hızda okside olurken, çoklu doymamış yağ asitleri (poly unsaturated fatty acid : PUFA) linoleik (18:2) ve linolenik (18:3) asitler ise sırası ile 10 ve 100 kat daha hızlı okside olmaktadır. Doymamış yağ asitleri açısından yerfıstıkları genellikle %30-50 linoleik ve %45-50 oranında oleik asit içerirler ve bu durum ürünün lipit oksidasyonu sonucu acılaşmasını hızlandırmaktadır (St Angelo, 1996). ABD’de yapılan araştırmalar yüksek oleik asit (%78-80) içeren yerfıstıkların yağ oksidasyonu stabilitesinin daha iyi olduğunu ortaya koymuştur (Braddock ve ark., 1995, Pattee ve ark., 2002, Nepote ve ark., 2006).

Antioksidantlar (Tokoferoller, Fenolik maddeler)

E vitamini (tokoferoller) hem sağlık açısından hem de antioksidan özellikleri ile ürünlerin raf ömrü açısından son derece önemlidir. Tokoferoller yağlı tohumlu meyvelerde doğal olarak bulunur ve doymamış lipidlerin oksidasyonu sonucu oluşan serbest radikalleri nötürleyerek acılaşmayı ve kötü tat-koku oluşumunu yavaşlatırlar (Dougherty, M.E., 1988). Tokoferol seviyesi yüksek olan yağlı tohumlu meyveler oksidasyona karşı daha dayanıklı olurlar. O'Keefe ve ark. (1993) yüksek linoleik asit/oleik asit oranı ve tokoferol miktarı (0.14-20mg/100g) nedeni ile bademlerin oksidasyon kararlılığının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, kavurma sırasında yüksek sıcaklık ve devamında kötü depolama koşulları ile tokoferol içeriği azalmaktadır (Beringer ve Dompert, 1976, Dougherty, M.E.,1988, Farag ve ark., 2002).

Mineraller

Kobalt, bakır, demir ve manganez gibi geçiş metalleri lipid oksidasyonu için tetikleyici proksidantlardır. Elektronları taşıyarak lipid oksidasyonunu hızlandırırlar (Labuza, 1971 ve Sanders ve ark., 1993). Yerfıstıkları ve ayçiçeği çekirdeği bakır, demir ve manganez bakımından zengin gıda olduğundan acılaşma bu minerallere bağlı olarak daha hızlı olabilmektedir.

Enzimler

Ham yerfıstıklarında ağırlıklı olarak lipoksijenaz enzimi, çoklu doymamış yağ asitlerini parçalayarak hidro-peroksit oluşumuna, devamında da bir dizi oksidasyon reaksiyonlarının başlamasına neden olur. Lipoksijenaz veya peroksidaz gibi oksijeni kullanarak reaksiyona giren enzimler, ham yerfıstıklarının depolanması aşamasında nem ve sıcaklığa bağlı olarak aktivite gösterirler. Fiziksel hasarlı ürünlerde enzim kaynaklı reaksiyonlar artış gösterirken, kavrulmuş ürünlerde yüksek sıcaklığa bağlı olarak enzim aktivitesini kaybeder (Angelo ve ark., 1976).

DEPOLAMA KOŞULLARI

Diğer gıdalar gibi kuruyemişlerin de depolama ve işleme aşamalarında kalitelerinde azalma meydana gelmektedir. Kalitenin korunması için depolama ve işleme aşamalarında önlemler almak ve en uygun işlemleri uygulamak gerekmektedir. (Angelo ve ark., 1979). Depolama kararlılığı işleme koşullarında uygun teknolojiler kullanarak veya depolama koşullarını iyileştirerek sağlanabilir. Yağ oranı yüksek yerfıstığı gibi kuruyemişlerde en önemli kalite kaybı acılaşmadır. Bu ürünler lipid oksidasyonu veya hidrolizi ile acılaşırlar. Bozulma mekanizması Şekil 1.3'te verilmiş ve ilgili bölümde acılaşma ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Ürünlerin bozulması serbest yağ asitlerinin hidroperokistlerde konjuge dien sistemine paralel olarak artması ile açıklanabilir.

Lipid oksidasyonu başladıktan sonra kalite hızla azalır. Serbest kalan yağ asitleri oksidasyon reaksiyonunu başlatır. Bununla beraber oluşan hidroperoksitler peroksidaz etkisi ile veya sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak oksidasyonla acımsı tat ve kokuları veren doymuş, doymamış di- ve epoxy aldehytlar, ketonlar, laktonlar, furanlar, alkoller, monobazik, di-bazik, okzo & hidroksi asitler, doymuş, doymamış hidrokarbonlar gibi ikincil, üçüncül ürünlere dönüşürler (Ragnarsson ve Labuza, 1977; Hadorn ve Zürcher, 1977 ve Sanders ve ark., 1993).

Bu bozulma mekanizması oksijen, ışık, ısı, su aktivitesi, mikroorganizmalar, metal iyonları, yağ asitleri ve enzimler gibi birçok faktör tarafından hızlandırılmaktadır. (Angelo ve ark., 1979). Lipid oksidasyonu başlangıcında oluşan hidroperoksitler otooksidasyon ürünüdürler ve tatsızdırlar. Bu nedenle hidro-peroksitler çok miktarda olsa bile tat olarak algılanmayabilirler. Acılaşma tadını veren hidro-peroksitlerin parçalanmış ürünleridir.

Oksijen

Oksijen konsantrasyonu lipid oksidasyonunu etkileyen en önemli faktördür (Labuza, 1971). Sert kabuklu meyvelerin veya yağ oranı yüksek kuruyemişlerin raf ömrünü arttırmak için düşük oksijen konsantrasyonunda paketleme yapılmalıdır. Mate ve ark. (1996) yerfıstıkları ve bademlerin depolanması sırasında oksijen ve bağıl nemin etkisini incelemişler ve raf ömrünün oksijensiz ortamda arttığını kaydetmişlerdir. Ancak oksijensiz ortamda paketleme natürel ve az ısıl işlem

görmüş ürünlerin raf ömrünü etkilememiştir (Mate ve ark., 1996). Oksijensiz ortamda oto-oksidasyon ve enzimlerden kaynaklanan hidrolizin yavaşladığı kaydedilmiştir. Ancak Keme ve ark., (1983) serbest yağ asitliği değerlerinin azot ortamında daha fazla olduğunu kaydetmiş ve bu reaksiyonları Hadorn ve ark. (1977) enzimlerin varlığına bağlamıştır. Serbest yağ asitlerinin peroksit ve lipoksijenaz tarafından parçalanması oksijene bağlıdır. Oksijen olan ortamlarda serbest yağ asitleri hidroperoksidienlere okside olmakta ve kısa zincirli karbonil ürünlere parçalanmaktadır (Ory ve ark., 1984). Bu ikinci aşama azotlu ortamlarda gerçekleşmemektedir. Bununla birlikte basınç altında azot ile depolama daha fazla serbest yağ asitlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Keme ve ark. (1983) hücre yapısının basınca bağlı olarak bozulduğunu ve enzim/substratların daha fazla temasta bulunmasından dolayı kalite kayıplarının arttığını kaydetmişlerdir.

Kavurma işlemleri de fıstıkların kalitesini önemli derecede etkileyen ve raf ömrünü kısaltan işleme aşamasıdır. Bu nedenle, kavrulmuş yerfıstıkları karbondioksit veya azot gazı ile paketlenmelidir. Araştırmacılar sadece soğutma işleminin oksijen bulunduğu ortamlarda yeterli olmadığını belirtmektedirler (Angelo ve Ory, 1975 ve Evranuz,1993).

Nem ve su aktivitesi

Doymamış yağ asidi içeren yağlı gıda maddelerindeki kalite değişimleri genellikle oto-oksidasyon ile olup oksijenin bulunduğu koşullarda oluşmaktadır. Yağ oksidasyonu, su aktivitesinin çok düşük olduğu durumlarda çok hızlı olmakta, 0.50'ye kadar düşüş ve sonra su aktivitesinin yükselmesiyle tekrar artış göstermektedir. Ayrıca mikroorganizmaların gelişmesi ile gıda maddesinin su aktivitesi arasında çok önemli ilişki bulunmaktadır. Genel olarak su aktivitesinin 0.60 değerinin altında mikrobiyal gelişme olmamaktadır. Mikroorganizmaların gelişmesi su aktivite değerlerine bağlıdır. Mikroorganizmaların gelişmesinde ortalama su aktivitesi sınırları Tablo 1.4'te verilmiştir (Labuza, 1984) :

Tablo 1.4. Mikroorganizmaların gelişmesinde ortalama su aktivitesi sınırları

Mikroorganizmalar	Su aktivitesi (a_w)
Bakteriler	0.90
Mayalar	0.88
Küflerin toksin üretimi	0.86
Küfler	0.80
Halofilik bakteriler	0.75
Zerofilik bakteriler	0.65
Ozmofilik bakteriler	0.61

Bilindiği gibi, gıda maddelerinin kalite kayıplarının önlenmesinde ve muhafazasında, su ve su ile ilgili parametrelerin önemli etkisi bulunmaktadır. Bu parametreler, gıda maddelerinin işleme ve muhafaza süresince kalitelerinin korunmasında; su miktarı, bağıl nem dengesi, su aktivitesi, kuru madde ve ozmotik basınçtır. Herhangi bir gıdanın belli bir sıcaklıkta, değişik bağıl nem koşullarında tutulması ile bir denge oluşmaktadır. Bu denge sonucu gıda maddesinin nem içeriği ile, ortam bağıl nemi arasında bir ilişki meydana gelmektedir, bu ilişki "sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisi" olarak ifade edilmektedir. Fazla nem içeren gıda maddelerinin ağırlık kaybıyla elde edilen eğriye "desorpsiyon", ortamdaki nem alarak, ağırlık artışı sonucu oluşturulan eğriye de "adsorpsiyon" eş-sıcaklık eğrisi denmektedir. Her gıdanın deneysel yolla saptanan kendine özgü sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisi vardır (Labuza, 1984).

Su aktivitesi ile sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisi iç içe kavramlardır. Bir gıda maddesinin su aktivitesi değeri, ortam denge bağıl neminin 100'e oranı şeklinde ifade edilmektedir. Buna göre, herhangi bir gıda maddesinin nem içeriği bilindiği takdirde, kendi sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisinden su aktivite değeri bulunabilmektedir. Bundan ürünün kurutulması ve depolama koşullarının belirlenmesinde büyük ölçüde yararlanılmaktadır. Nitekim gıda maddelerinin kurutulması çalışmalarında desorpsiyon eş-sıcaklık eğrilerinden, kurutulmuş gıdaların muhafaza koşullarının saptanmasında da adsorpsiyon eş-sıcaklık eğrilerinden yararlanılmaktadır.

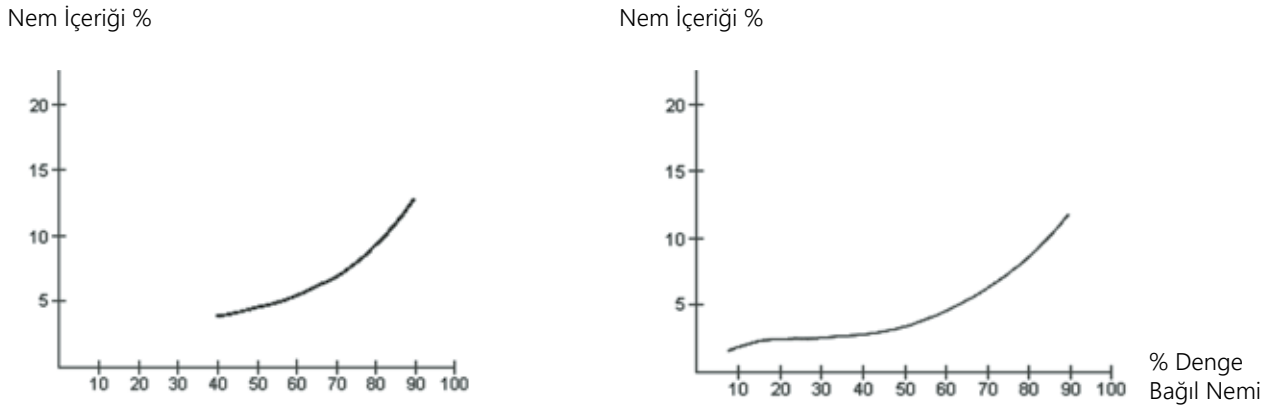
Gıda maddelerindeki kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri sınırlayan en önemli faktör su aktivitesidir. Su aktivitesi düştükçe, gıda maddesinin kalite kaybı da azalarak, muhafaza süresi uzamaktadır. Düşük su aktivitesi değerlerinde, enzimatik tepkimeler oluşmamaktadır. Buna karşılık enzimatik olmayan tepkimeler önlenememekte, ancak reaksiyon hızları yavaşlatılabilmektedir.

Kuruyemişlerin depolanmasındaki en önemli esas öncelikle düşük bağıl nem (% 60-70) daha sonra düşük sıcaklık (5-10°C) koşullarının sağlanmasıdır. Bağıl nemin %60- 70 arasında olduğu koşullarda, enzimler aktif olmaktadır. % 70'in üzerinde olduğu zaman da küfler gelişmeye başlamakta ve kalite kaybına neden olmaktadır (Ali ve ark., 1996, Evranuz, 1993).

Gıdalarda sorpsiyon izotermi nem içeriği ve su aktivitesi arasındaki matematiksel ilişkiyi vermektedir. Su aktivitesi özellikle kuru gıdaların kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Kimyasal reaksiyonlar ve mikrobiyal aktivite su aktivitesine bağlı olarak, 0,2-0,4 aralığına denk gelen ve tek sıra su molekülü olarak adlandırılan düşük su aktivitesi değerlerinde en düşük hızda gerçekleşmektedir. Bu değer üzerinde su aktivitesinde her 0,1'lik artış reaksiyon hızını %50-100 oranında artırmaktadır. Bu etki neme karşı geçirgen bir ambalaj malzemesi sonucu kaynaklanabildiği gibi nem geçirgenliği düşük bir ambalajda sıcaklık artışı ile ürünün su aktivitesinde artış ile de gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle gıda maddesinin sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisinin ve yüksek sıcaklıklardaki davranışının belirlenmiş olması gerekmektedir (Labuza, 1984).

Chiou ve ark. (1991 ve 1989) başlangıç neminin yerfıstıklarının kavurma sonrası tat ve doku özelliklerinde çok etkili olduğunu ve sonrasında 0,3-0,4 su aktivitesi değerlerinde depolanan yerfıstıklarının daha uzun süre acılaşımdan muhafaza edildiğini yaptıkları çalışmalarda göstermişlerdir.

Ham ve kavrulmuş yerfıstıkları için 20°C'de eş sıcaklık eğrileri (sorpsiyon izotermi) Şekil 1.4' te verilmiştir. Sorpsiyon izotermi dikkate alınarak belirlenen güvenli depolama nem/bağıl nem değerleri ise Tablo 1.5' te verilmektedir.



Şekil 1.4. Kabuğundan ayrılmış iç yerfıstıklarının 20°C'de ham ve kavrulmuş formda sorpsiyon izotermi.

Güvenli depolama nem/bağıl nem değerleri yerfıstıklarında mikrobiyal gelişimin olmadığı ve küf gelişiminin devamında aflatoxin oluşumu için risk oluşturmayacak güvenli nem içeriği olarak değerlendirildiğinde %65 denge bağıl nemine tekabül eden nem içeriği değeri olarak belirtilir. Mikrobiyal gelişim açısından güvenli bölge dolayısı ile %65 bağıl nemin altında kalan nem içeriği değerleridir. Bu da literatürde 4,5-5,5 olarak verilmiştir (Tablo 1.5).

Tablo 1.5. Yerfıstığı için güvenli depolama nem/bağıl nem değerleri

Özellik	
Denge Bağıl Nemi	65%
Nem İçeriği	4.5 - 5.5% (iç olarak) 4 - 10% (kabuklu)

Ancak kaliteli fıstık üretimi için depolama nemi oto-oksidasyonun ve hidrolitik (neme bağlı) acılaşımanın minimum düzeyde olacağı ve aynı zamanda duyuusal değerlendirmede yapıdaki gevrekliğin korunacağı nem içeriği dikkate alınarak belirlenmelidir.

Farklı bileşime sahip maddeler sorpsiyon eş sıcaklık eğrileri bakımından farklılık göstermektedirler. Bu özellikler dikkate alındığında depolama, kurutma, kavurma veya ambalajlama sırasında en uygun koşullar daha doğru olarak belirlenebilecektir. Lezzet kaybına bağlı olarak tüketim miktarı azaldığından pazar kaybı da oluşmaktadır.

Tek-sıra su seviyesi kuruyemişlerin kalite açısından minimum güvenli nem içeriğini tanımlamak için kullanılır. **Kritik nem içeriğinin** belirlenmesi yerfıstıklarının yapısal özelliklerinin (gevreklik, sertlik, kırılabilirlik, vb.) duyuşal olarak değerlendirilmesi ile belirlenir. Bu değerlendirmede hedonik skalada 9 tüketilemeyecek durumda olan, 5 ise "ne sevdim-ne de sevmedim" özellikte olan yerfıstıkları için kullanılır. **Tehlike noktası** ise gevrekliğin azaldığı nem içeriği seviyesidir. Kavrulmuş yerfıstıkları için kalite açısından **güvenli aralık** minimumda tek-sıra su seviyesi, maksimumda ise tehlike noktası olarak kabul edilmektedir. Dolayısı ile kavrulmuş yerfıstıkları için güvenli aralık %1.1 – 2.2 aralığındadır. Kritik su seviyesi değeri, tek sıra su seviyesi ve tehlike noktası yer fıstıkları için sırası ile %2.7, %1.1 ve %2.2 olarak tespit edilmiştir.

Ham yerfıstıkları için tek-sıra su seviyesi %1.9 olarak hesaplanmıştır. %50'nin üzerindeki bağıl nem koşullarında yerfıstığı daha fazla nem absorplamaya başlamaktadır. Bu nedenle ham yerfıstıklarının kritik nem içeriği %60, bağıl nem de %5 olarak belirlenmiştir. Ham yerfıstıkları için tehlike noktası %4.25 ve dolayısıyla güvenli nem aralığı %1.9-4.25'tir. Bu değerler depolanan ham yerfıstıklarının kalitelerinin uzun süre korunabilmesi için son derece önemli nem içeriği değerleridir. Tablo 1.6'da ham ve kavrulmuş yerfıstıkları için tek-sıra su seviyesi değeri (monolayer value), kritik nem içeriği, tehlikeli nokta ve güvenli nem aralığı değerleri verilmiştir. Bu değerler yerfıstıklarının acılaşmasının geciktirilmesi açısından önemlidir. Yerfıstıklarında neme ve oksijene bağılı acılaşma reaksiyonları aynı anda gerçekleşmektedir. Ham yerfıstıkları açısından neme bağılı (hidrolitik) acılaşma daha ön plandayken, kavrulmuş yerfıstıkları kavrulduktan sonra bariyer özelliği yüksek ambalaj malzemesi ile paketlenildiğinden kavrulmuş fıstıklarda acılaşmada oksijen daha fazla etkili olmaktadır. Bu nedenle özellikle ham yerfıstıklarının depolanmasında güvenli nem içeriği aralığında, düşük nem içeriğinde depolama ve depo bağıl neminin %50'nin altında olması raf ömrünü uzatacak bir önlemdir. Ancak tek-sıra su seviyesinin altında acılaşma reaksiyonlarında reaktif bileşen gruplarının yüzeyine bağılı koruyucu su filmi uzaklaştırıldığından bozulma reaksiyonları hızlanacaktır. Bu nedenle nem içeriğinin, özellikle kavrulmuş fıstıklarda tek-sıra su seviyesinin (monolayer value) altında olmamasına dikkat edilmelidir (Lustre ve ark., 2007).

Tablo 1.6. Ham ve kavrulmuş yerfıstıkları için tek-sıra su seviyesi değeri (monolayer value), kritik nem içeriği, tehlikeli nokta ve güvenli nem aralığı (Lustre ve ark., 2007)

	% Nem İçeriği	
	Ham yerfıstıkları	Kavrulmuş yerfıstıkları
Tek-sıra Su Seviyesi	1.9	1.1
Kritik nem içeriği	5	2.7
Tehlikeli Nokta	4.25	2.2
Güvenli nem aralığı	1.9-4.25	1.1-2.2

Yerfıstıklarının diğer ürünlerde olduğu gibi içerikleri (yağ, protein, karbonhidrat) çeşit ve iklim koşullarına göre değişmekte, dolayısı ile proteinlerin ve karbonhidratların su tutma özelliklerine bağılı olarak yağ oranındaki değişime paralel aynı su aktivitesine tekabül eden nem içeriği değerleri de değişim göstermektedir. Dolayısı ile Tablo 1.5 ve 1.6'daki değerler Osmaniye çeşitleri için yıllara ve yetiştirme koşullarına göre değişim gösterebilir. Bianco ve ark.'nın 2001 yılında yaptığı bir çalışmada farklı yağ oranına sahip çeşitlerde, aynı su aktivitesinde (denge bağıl nemi koşullarında) nem içeriği değerlerinin farklılık gösterdiği belirtilmiştir (Tablo 1.7). Bu projede kullanılan ve Osmaniye'de yetiştirilen NC 7 çeşidi yerfıstıklarının (yağ oranı :% 50.9) ise 0.57 su aktivitesindeki nem içeriğinin %5.71 olduğu tespit edilmiştir. Bu değer Bianco ve ark. (2001)'nin bulguları ile örtüşmektedir.

Tablo 1.7. Farklı yağ oranlarındaki yerfıstıklarının 0.57 su aktivitesi değerindeki nem içerikleri

	% Yağ	Nem	Kaynak
Tobaldo	43.9	5.995	Bianco, ve ark. 2001
Rummer	47.2	5.555	
Colorado	47.6	5.800	
Roata	50.9	5.493	
Osmaniye	50.6	5.710	Mevcut çalışma

Ürünün içerisindeki yağın su tutma kapasitesi olmadığından, güvenli depolama nemi yağ oranı hariç tutularak hesaplanmalıdır. Yağ oranı hariç tutularak yapılan hesaplamalarda ayçiçeği çekirdeği, soya fasulyesi gibi yağlı ürünlerin sorpsiyon izotermelerinin benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Bianco ve ark., 2001). Güvenli depolama nemine, farklı çeşitlerde su tutma kapasitelerindeki değişime, diğer bir değişle ürünün yağ oranı dikkate alınarak ve hesaplamalarda yağ oranı hariç tutularak karar verilmelidir.

Işık

Işığın yağların acılaşmasında önemli bir rolü vardır (Sattar ve ark., 1976, 1989). Sattar ve ark. (1976, 1989) ışığın oksidasyonu hızlandırarak acılaşmaya neden olduğunu kaydetmişlerdir. Ayrıca tokoferol ışıktan kaynaklanan oksidasyonu engelleyememektedir. Badem, yerfıstığı ve ceviz yağlarının ışıkla teması kesilerek oksidasyon hızı 7-13 kat azaltılmıştır ve 6 hafta daha fazla depolanabilmiştir.

Sıcaklık

Ay çiçeği çekirdeği ve yer fıstığı gibi yağlı ürünler için sıcaklığın etkisi raf ömrü için çok önemlidir. Ancak bu tür ürünler için bağıl nemin raf ömrüne olan etkisi sıcaklıktan daha fazladır (Labuza, 1971, Hadorn ve ark., 1977). Sıcaklıktaki 20°C'lik azalma kavrulmuş yağlı tohumların raf ömrünü iki-üç kat arttırmaktadır. Sıcaklığın enzim reaksiyon hızı üzerine etkisi gıda maddesi ve enzimin özelliğine göre değişmektedir. Sıcaklıkta her 10°C'lik artış enzim reaksiyon hızını iki kat artırır.

Evranoz (1993), yerfıstıklarının raf ömrünün depolama sıcaklığının 15°C düşürülmesi ile iki kat arttığını belirlemiştir. Bu nedenle kavrulmuş ürünler uzun süre depolanacaksa soğuk ortamda bekletilmeleri kalite ve ekonomik kayıpları en aza indirecektir.

1.3. YERFISTIKLARININ DEPOLANMASI

Raf ömrü, gıdanın duyuşal, kimyasal, fiziksel özellikleri, mikrobiyal etkinliğin ve ürün içeriğinin, etiketinde belirtilen bilgilere uygun olarak korunduğu ve üreticinin beklentilerinin karşılandığı zaman dilimi olarak tanımlanmaktadır (Labuza, 1971, 1982). Uzun raf ömrü için kuruyemiş üretim, işleme, dağıtım ve satış zincirindeki tüm elemanların (üretici, tüccar, hammadde sağlayıcı, işleyici, dağıtıcı, toptancı, perakendeci ve tüketici) gerekli önlemleri alması ve doğru işlemleri uygulaması gerekmektedir. Ürün bileşimi, raf ömrünü belirleyen en önemli etkenlerden birisidir. Bileşim bozulma mekanizmasının değişmesine de neden olabilmektedir. Ayrıca, üretimden dağıtıma kadar uygulanan yöntemler ve koşullar da raf ömrünü etkilemektedir.

Yerfıstıkları, çoğunlukla kabukları ile birlikte, büyük ambalajlarda kitle halinde depolanmakta ve zaman zaman işlenerek piyasaya verilmektedir. Yerfıstıklarının raf ömrü, ambalajın özelliklerine de bağlıdır. Yerfıstıklarının konulduğu ambalajların en önemli özellikleri, ürünü nemden, ışıktan, oksijenden (havadan), mikrofloradan, yabancı kokulardan, tozdan ve nihayet böcek ve farelerden koruyabilir olmasıdır. Düşük nem düzeyine kadar kurutulmuş yemişler nem ve oksijen geçirgenliği düşük ambalajlara konulmalıdır.

Ambalaj malzemesi ve ambalajlama yöntemi, depolama, taşıma, dağıtım ve satış koşullarının denetimi istenilen raf ömrünün sağlanması açısından önemlidir. Ambalaj malzemesinin su buharı ve gaz geçirgenliği, ambalaj içi gaz bileşimi ve bağıl nemini etkilediğinden, gıdanın dayanıklılığıyla doğrudan ilişkilidir. Birçok biyokimyasal ve mikrobiyal etkinlikler indirgenme potansiyeline bağlı olduğundan, ambalaj içi oksijen miktarını kontrol altında tutmak önemlidir. Bu yüzden, gaz ve su buharı geçirgenliği düşük ambalaj malzemesinin kullanılması ve vakum uygulanması, acılaşmanın önlenmesi ve raf ömrünün uzatılması açısından önemlidir. Azot veya karbondioksit gibi koruyucu gaz atmosferinde ambalajlama yapılarak, kuruyemişlerin muhafaza süreleri daha da uzatılabilmektedir. Dondurma, çikolata, lokum gibi içinde fındık, fıstık gibi ürünler bulunan gıdalarda, özellikle depolama, taşıma, dağıtım ve perakende satış sırasında, sıcaklık ve bağıl nem sınırının aşıldığı durumlarda, fıstıkla gıdanın diğer bileşenleri arasında oluşabilecek nem ve su buharı alışverişi, koku ve doku özelliklerinin değişimine yol açabileceği gibi mikrobiyal faaliyetlerinin hızlanmasına da neden olabilmektedir.

Temel olarak, muhafaza edilen ürünlerin yapılarında gerçekleşen biyokimyasal olayların ve fizyolojik değişimlerin hız ve süresi depo koşullarının sıcaklık ve nemi ile çok yakından ilgilidir. Bu iki faktörün etkileri meyve çeşidine göre değişmektedir. Depolanmak üzere konulan ürünler, çok iyi kurutulmuş olsalar dahi, belli bir süre sonra, meyvelerdeki nem oranı ile depo koşullarındaki ortam bağıl nemi arasında bir denge oluşacaktır. Bu denge genellikle 2 -3 haftada gerçekleşmektedir. Ürünün nem içeriğinin düşük kalabilmesi için, depo koşullarındaki bağıl nemin de düşük oranda (%60-70) olması gerekmektedir.

Deponun her tarafında sıcaklık ve nem düzeyinin aynı olması için, depo atmosferi hareket halinde olmalıdır. İdeal bir depoda hava hareketinin belli sınırlarda olması gerekmektedir. Depo hava hızını belirlemede en önemli faktörler; ortamın nem düzeyi, gıdanın solunum hızı, gıdanın ambalajlı olup olmaması, ambalajın özellikleri ve ürünün istifleme şeklidir. Genel olarak, başlangıçta ürünün sıcaklığı, depo sıcaklığına gelene kadar hava hızı yüksek tutulmalıdır. Depolamada ideal hava hareketi hızı 0,2 m/s'dir. Bu, depo havasının saatte 25-30 defa değiştirilmesine eşdeğer bir hızdır. Uygun bir hava hareketinin sağlanabilmesi için, istifler arasında 10-20 cm, duvar ve tavan arasında da 30-50 cm boşluk bırakılmalıdır.

Sağlıklı bir ürün depolamada, başlangıçta yapılacak önemli işlerden biri, deponun iyi bir şekilde temizlenmesi ve dezenfeksiyonudur. Daha sonra depo iyice havalandırılır ve ürün depoya konulur. Ayrıca kullanılacak ambalaj materyalleri de iyice dezenfekte edilmelidir.

Genellikle ülkemizde küçük üreticiler tarafından depo faktörlerinin kontrol edilemediği depolar kullanılmaktadır. Depo olarak özel inşa edilmiş odalar kullanıldığı gibi ambarlar, kilerler, bodrumlar ve özel malzemelerden yapılmış kulübeler de kullanılmaktadır. Depo amacıyla kullanılan bu yerlerin nem ve havalandırma yönünden ıslah edilmesiyle bile depo kayıplarının kısmen azaltılması mümkündür.

Mekanik yolla yapılan soğutma ve bağıl nem kontrolü ile bu depolarda kayıplar en aza indirgenebilir. Depo faktörlerinin tamamen kontrol altına alındığı bu sistemin yaygınlaşması, kuruluş masrafinin yüksek olması nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Depolanacak yerfıstıklarının hasat mevsimi olan sonbaharda hava sıcaklığının yüksek olması ayrıca kış aylarında bağıl nemin %70'in üzerine çıkması nedeniyle, depolamada özellikle bağıl nem kontrolüne ihtiyaç vardır. Çünkü yağlı tohumlu meyveler gibi yağ oranı yüksek ürünlerde bağıl nemin ürünün raf ömrüne etkisi sıcaklıktan daha fazladır. Nitekim aynı depoda değişik zamanlarda, farklı düzeyde nem isteyen ürünler depolanmak istendiğinde, evaporatörlerin bazıları devre dışı bırakılarak ve diğerleri daha düşük sıcaklıkta çalıştırılarak nem düzeyi kolaylıkla kontrol edilebilmektedir.

Depolama sistemlerine kontrollü atmosferli (CA) depolar, ışınlarla muhafaza uygulamaları da ilave etmek mümkündür. Ancak, ülkemizde henüz bu düzeyde depolama uygulaması yok denecek kadar azdır. Soğutmalı, bağıl nem kontrollü depolarda muhafaza dahi yeni yeni kullanılmaya başlanmıştır.

1.4. YERFISTIĞINDA DOĞRU HASAT UYGULAMALARI

Yer fıstıklarının doğru hasat zamanı en iyi verim ve kalite dikkate alınarak belirlenir. Kozaların en az 70%'i tamamen olgunlaşmışsa hasat edilmeli, ayrıca kabuk iç rengine (kahverengiden siyaha) bakılarak karar verilmelidir. Hasat sırasında nem içeriği %30-50 civarındadır. Tohumların hızlı güvenli depolama nem içeriğine kadar kurutulması gerekir. Yerfıstıkları tohum için kullanılacaksa, normal koşullarda depolama ile 10 ay raf ömrü yeterli değildir. Ancak 10-15 °C ve % 60-65 bağıl nemde 14 ay depolanabilir. Depolamada dikkat edilmesi gereken hususlar (Codex Alimentarius, 2004):

- Depolardaki açık kısımlar veya yoğunlaşmaya bağlı olarak küflerin gelişimi engellenmeli,
- İyi havalandırılmalı çift duvarlı ve beton zeminli depolarda fıstıkların tekrar nem alması engellenmeli,
- Depolama alanı yağmur suyu veya diğer su drenajlarına karşı korumalı olmalı,
- Böcek, fare, kuş gibi zararlıların girişi engellenmiş olmalı ve sıcaklık farklarına karşı korumalı olmalı,
- Sac tercih edilmemeli, çatılar beyaza boyanarak solar ısınmaya karşı önlem alınmalı,

- Çatı hasarlı ise üzerine bir kat daha çatı yapılarak veya iki katlı çatı tercih edilerek arada hava boşluğu bırakılmalı, böylece sıcaklık farkından kaynaklanacak yoğuşma engellenmiş olacaktır.
- Depolama boyunca su aktivitesi 0.70'in altında tutulmalı,
- Uygun yapılmayan ürün yüklemeleri veya çekişleri sıcaklıktaki dalgalanmalara bağlı olarak böcek veya küflerin çoğalmalarına neden olabilir.
- Ürün yükleme ve boşaltmalarda aflatoxin testi ile durum kontrol edilmeli,
- Kullanılan çuvalar temiz olmalı ve ürünün nem almasına neden olmamalı,
- Ürünler mümkün olan en düşük sıcaklıkta depolanmalı ancak ürünün donmamasına dikkat edilmeli,
- Depolama boyunca sıcaklık ve bağıl nem sürekli kontrol edilmeli. Sıcaklık artışı küf gelişimi veya böcek varlığının göstergesi olabilir. Bu tür durumlarda bulaşan olan partiler ayrılmalı ve insan/hayvan tüketiminde kullanılmamalı,
- Böcek ve zararlılar için uygun kapanlar kullanılmalı, önlem alınmalı,
- Kimyasal ilaç kullanılıyorsa fıstık ile temas etmemeli,
- Depolama sırasında sıcaklık, bağıl nem, nem içeriği, zararlı mücadelesi kayıtları tutulmalı,
- Normal koşullardan sapma olduğunda önlem alınmalı ve kaydedilmeli,
- Bu tür kayıtlar ileride olabilecek küf gelişimi veya aflatoxin oluşumunun açıklanması ve aynı hataların yapılması için faydalı olacaktır.
- Zarar gören hasarlı fıstıklar ayıklanmalı,
- Ayıklama bantları iyi ışıklandırılmış olmalı ve fıstıklar tek sıra yavaş geçmeli,
- Ayıklama (sorting) ayarı sık sık kontrol edilmeli,
- Küflü taneleri ayırmak için beyazlatma öncesi ve sonrası ayıklama yapılmalı,
- İkiye bölünen fıstıklar da ayıklanmalı,
- Ayıklamanın etkinliği aflatoxin analizi ile test edilmeli,
- Hasarlı taneler (küflü, rengi bozulmuş, çürümüş, büzüşmüş veya böcek yenikliler) ayrı depolanarak insan tüketimine sunulmamalı,
- Hasarlı ürünler üretim alanından en kısa zamanda uzaklaştırılmalı, bekletilmemeli,
- Yerfıstıkları kurutulduktan sonra jüt çuval veya karton kutularda depolanmalı,
- Eğer jüt çuval kullanılıyorsa mineral hidrokarbon bazlı yağlarla işlem görmemiş olmalı,
- İzlenebilirlik için her bir çuvalın/kutunun kaydı tutulmalı,
- Taşıma sırasında kullanılan ekipmanlar temiz, kuru olmalı, üzerinde bulaşma olmamalı, nem almayan malzeme kullanılmalı,
- Yükleme sırasında fiziksel hasar görmemeli, nem almamalı,
- Ilık ve nemli havalarda ortam sıcaklığına geldikten sonra yükleme yapılmalı,
- Kabuğundan ayrılan fıstıklar insan tüketimine sunulmamalı, kirlendiği için kullanılmamalıdır.

2. PROJE BİLGİLERİ

Bu projenin amacı TÜKSIAD tarafından 2012 yılında Osmaniye’den temin edilen North Carolina- NC 7 (*Arachis hypogaea* L. cv. ‘NC 7’) yerfıstığının farklı koşullarda depolama süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalara bağlı olarak meydana gelen kalite değişimlerini incelemek ve raf ömrünü uzatacak depolama ve ambalaj koşullarını araştırmaktır. Böylelikle, kuruyemiş üretimi sırasında ürün kaybı engellenmiş olacak ve kuruyemiş ticareti sırasında, muhafaza ve dolaşım süresi uzatılmış olup, ekonomik kayıpların önlenmesinin yanında tüketiciye kaliteli ve sağlıklı ürünler sunulmuş olacaktır. Bu çalışmada, TÜKSIAD’ın talebi doğrultusunda, acılaşmaya bağlı olarak raf ömrü konusunda en fazla problem yaşanan kuruyemiş gruplarını temsilen yer fıstığı seçilmiştir. Çeşitli depolama ve ambalaj koşullarında fiziksel, mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri belirlenmiş, iyi tarım ve depolama uygulamaları konusunda kuruyemiş çiftçilerinin bilinçlenmesini sağlayacak eğitimler verilmiştir.

2.1. YÖNTEM

Projede yürütülen faaliyetleri kapsayan yöntemler aşağıda belirtilmiştir. Bu faaliyetler 5 iş paketi (İP) kapsamında yürütülmüştür.

İP 1. Projede kullanılacak olan ürünlerin, ambalaj malzemelerinin temini ve kontrolsüz depo ortamlarının ayarlanması

- 1.1. Aynı çeşit ve hasat yılına ait en az 1(bir) ton örneğin temin edilmesi
- 1.2. Modifiye atmosferde ambalajlama ve normal dolular için uygun ambalaj tipine karar verilmesi ve ambalajların temin edilmesi
- 1.3. Proje başlama tarihinden sonraki ilk hasat döneminden itibaren belirlenen ürünün yetiştirildiği bölgede 1(bir) yıl boyunca depolama çalışmalarının yürütüleceği LOKAL Deponun Osmaniye’de ayarlanması

İP 2. Kontrollü depo ortamlarının ayarlanması ve depo koşullarının takip edilmesi

- 1.1. Ürünlerin 1 yıl boyunca LOKAL ortamda depolanması sırasında depo ölçümlerinin alınması
- 1.2. Sıcaklık kontrollü soğuk depo ayarlanması ve proje için ayrılan miktardaki ürünün 1 yıl boyunca depolanması sırasında depo ölçümlerinin (sıcaklık, bağıl nem) alınması

İP 3. Normal ve modifiye atmosferde ambalajlama işlemlerinin yapılması

- 3.1. Proje başlama tarihinden sonraki ilk ay (0. ay) ve takiben 9. ve 12. aylarda analizler için yeterli miktardaki ürünlerin uygun ambalaj malzemesi ile modifiye atmosferde ambalajlanması
- 3.2. Proje başlama tarihinden sonraki ilk ay (0. ay) ve takiben 9. ve 12. aylarda analizler için yeterli miktardaki ürünlerin uygun ambalaj malzemesi ile atmosferik koşullarda (normal) ambalajlanması

İP 4. Farklı depolarda depolanan işlenmemiş ürünlerin işlenip ambalajlandıktan sonra depolama süresince kalite değişimlerinin farklı sıcaklık koşullarında takip edilmesi

- 4.1. Ürünlerin hasadından sonra TÜKSIAD tarafından sağlanan LOKAL ve KONTROLLÜ depolardaki ürünlerin kalite analizlerinin 2 (iki) ay aralıklarla gerçekleştirilmesi

- 4.2. Taze hasat ürünlerin (0. Ay) üç farklı koşulda (10°C, 20°C, 30°C) depolanması ve kalite analizlerinin gerçekleştirilmesi
- 4.3. Hasattan 9 ay sonraki ürünlerin 20°C'de depolanması ve kalite analizlerinin gerçekleştirilmesi
- 4.4. Hasattan 12 ay sonraki ürünlerin 20°C'de depolanması ve kalite analizlerinin gerçekleştirilmesi

İP 5. “Kuruyemiş Sektöründe İyi Tarım, Depolama ve İşleme Uygulamaları” eğitimlerinin projenin başlama tarihinden itibaren uygulayıcıya (çiftçi/üretici) yönelik olarak verilmesi

“Kuruyemiş Sektöründe İyi Depolama (GSP) ve İyi İşleme Uygulamaları (GMP)” eğitimlerinin TÜBİTAK MAM tarafından verilmesi, “Kuruyemiş Sektöründe İyi Tarım (GAP)* ve Depolama (GSP) Uygulamaları” eğitiminin bölgedeki Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İl Müdürlükleri ile birlikte verilmesi.

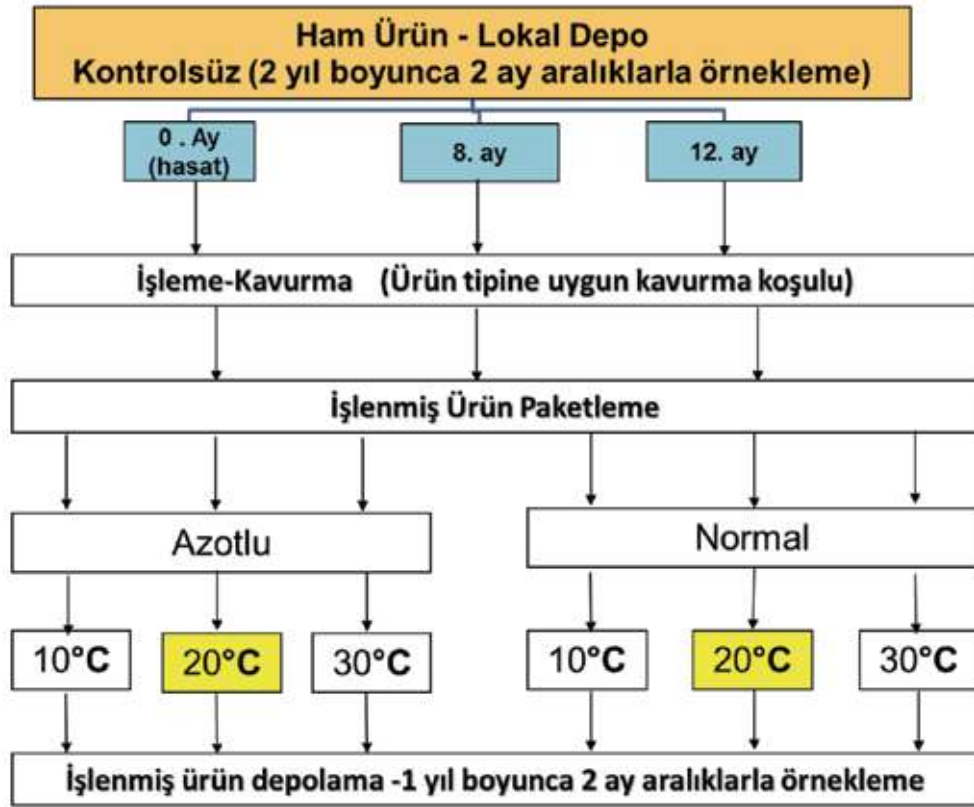
Analizler

Proje süresince belirli aralıklarla örnekleme yapılan ürünlerde Tablo 2.1’de belirtilen analizler yapılmış ve analiz sonuçları değerlendirilerek ürünlerin depolama süresince kalite değişimleri takip edilmiştir.

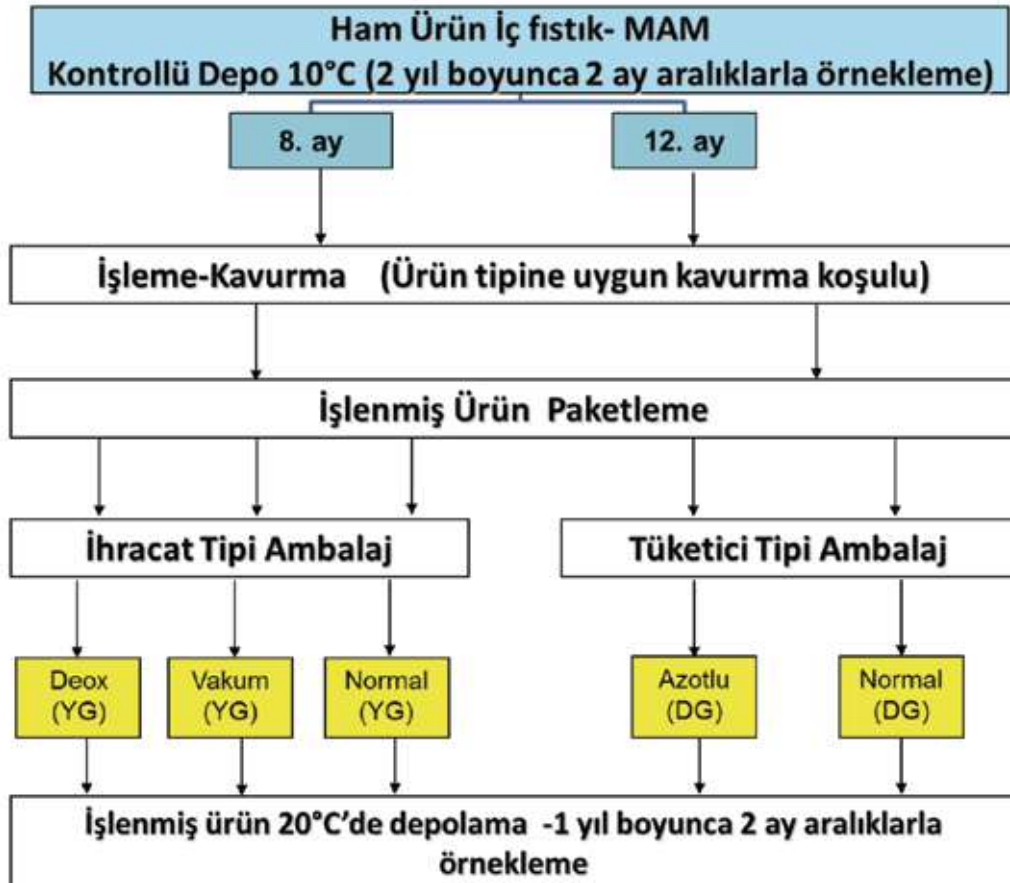
Tablo 2.1. Gerçekleştirilen analizler, yöntemler ve kullanılan cihazlar

Analiz Adı	Yöntem
Toplam Bak-Küf Nem Su aktivitesi (aw)	FDA, BAM 2001. Bacteriological Analytical Manual Novasina Lab Master, 25°C Sabit Sıcaklıkta
Serbest yağ asitliği (SYA/FFA)	A.O.C.S. Official Method Ca 5a-40
Peroksit değeri (PV)	A.O.C.S. Official Method Cd 8-53
p-AV (para anisidin değeri)	A.O.C.S. Official Method Cd 18-90
Aflatoksin	A.O.C.S. Official Method 999.07
Aromatik bileşenler (Hexanal)	A.O.C.S. Official Method 992.03
E Vitamini	A.O.C.S. Official Method 985.30
Duyusal Değerlendirme	Altuğ, T., 1993. Duyusal Test Teknikleri. E.Ü. Müh. Fak. Ders Kitapları Yayın No: 28., İzmir.
Sertlik Ölçümü	TA.HD.Plus Texture Analyzer (Stable Micro System, uzatılmış maket bıçağı)
Renk ölçümleri	VeriVide Digi Imaging System
Bağıl Nem-Sıcaklık kaydediciler	HOB0, Model U 14-001 LCD Logger Internal T/RH ve Model U 10-003 HOB0 U 10 Temp/RH
Paketleme cihazı	SIPROMAC Model : 650A
Nem tutucu sistem	Munters (ML 180)

Hasattan hemen sonra, ayrıca farklı depo koşullarında ham olarak muhafaza edilen yerfıstıkları hasattan 9 ay ve 12 ay sonra tuzlanarak kavrulmuştur. Osmaniye’de LOKAL depoda ve TÜBİTAK MAM’da 10°C’deki soğuk depoda muhafaza edilen ürünlerin örnekleme deseni Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Lokal depoda muhafaza edilen kabuklu yerfıstıklarının işleme ve örnekleme şeması



Şekil 2.2. TÜBİTAK MAM kontrollü depoda (~10°C'de, <%65 BN koşullarında iç fıstık olarak) muhafaza edilen yerfıstıklarının işleme ve örnekleme şeması (YG: Yüksek Geçirgenlik, DG: Düşük Geçirgenlik)

2.2. PROJE GELİŞİMİ

Proje fikrini oluşturma amacı ile TÜKSiAD ile 21.09.2011 tarihinde gerçekleştirilen ilk görüşmenin ardından dört farklı kuruyemişi kapsayan 1. Teklif 17 Kasım 2011'de verilmiş, ardından 2. Teklif Mayıs 2012'de bütçe kısıtı nedeni ile proje sadece yerfıstığı, ayçiçeği çekirdeğini kapsayacak şekilde yeniden düzenlemiş ve Eylül 2012'de 3. Teklif'te ödeme planı değişikliği yapılarak, projemiz 1 Ekim 2012'de başlatılmıştır.

Proje çalışmalarına 25-26.09.2012 tarihinde Osmaniye'de TÜKSiAD yöneticileri, yerfıstığı üreticileri ve yerel yönetimle yapılan toplantı ile hızla başlanmış ve 8 Ekim 2012'de projede kullanılacak MAM deposunda muhafaza edilecek örnekler Enstitümüze kargo ile ulaşmış ve depolara (Şekil 2.3) alınmıştır. Osmaniye'den ayrıca 2010, 2011 ve 2012 hasat dönemine ait ham ürünler temin edilerek, bu ürünlerde de gerekli analizler yapılmıştır. Ürünlerin muhafaza edileceği depolar ayarlanmış ve depolarda nem, sıcaklık kayıtları alınmaya başlanmıştır.

Osmaniye'den temin edilen 1.5 ton ürünün 1 tonu Osmaniye'de Başpınar Fıstık tesislerindeki LOKAL DEPO olarak adlandırılan depoda kabuklu olarak, 500 kg ise TÜBİTAK MAM'da iç fıstık olarak 10°C sıcaklıkta, bağıl nem değeri %65'i geçmeyecek şekilde KONTROLLÜ depolarda muhafaza edilmiştir. Fıstıklar 8. ve 12. aylarda kavrulmadan önce Başpınar Fıstık elemanları tarafından kabuklarından ayrılarak işlenmek üzere TÜBİTAK MAM'a gönderilmiştir. Sekizinci ayda planlanan işleme aşaması, işleme tesisindeki sezon öncesi teknik bakım işleri nedeni ile 1 ay sonra 9. ayda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.3. TÜBİTAK MAM'da 10°C sıcaklıkta, bağıl nem değeri %65'i geçmeyecek şekilde cihazla (a) kontrol edilen depoda muhafaza edilen kavrulmuş paketli (MAP: azot gazı ve normal dolum) ve çuvallarda depolanan ham yer fıstığı örnekleri

2.3. YERFISTIĞI KAVURMA ve AMBALAJLAMA İŞLEMLERİ

YF-1. Kavurma:

Osmaniye'den 2012 yılı yeni hasadından temin edilen yer fıstıklarının 100 kg'ı Ekmekçioğlu tesislerinde 7 Kasım tarihinde %2,6 oranında tuz ile (1 kg 1:3 unlu su karışımı, 1.3 kg tuz 50 kg fıstıkla karıştırılarak) 180°C de 20 dak kavruldu (Şekil 2.4).

YF-1. Paketleme:

Osmaniye'den temin edilen 2012 yılı yeni hasatından kavru lan ürünlerin 50 kg'ı 200 gr'lık geçirgenliği düşük (Oksijen Geçirgenliği : <0.008 ml/m²/gün) ambalajlarda MAM pilot tesisinde modifiye atmosfer pak etleme (MAP: >%97 azot gazı) ve 50 kg'ı Ekmekçioğlu tesislerinde normal atmosfer koşullarında pak etleme yapılarak TÜBİTAK MAM'daki 10, 20 ve 30°C'deki depolara yerleştirildi.

YF- Deoksiderli ve Vakumlu Paketleme:

Osmaniye'den 20 Kasım 2012 tarihinde yeni hasat ürünlerinden 100 kg kabuklu ürün kırıldı ve iç olarak gönderildi. Bu ürünler de aynı koşullarda kavruarak geçirgenliği yüksek (Oksijen Geçirgenliği: 50.8 ml/m²/gün) ambalaj malzemesi kullanılarak deoksiderli (oksijen tutucu içerek küçük poşetler) paketlenme, vakum paketlenme ve normal koşullarda paketlenme yapılarak TÜBİTAK MAM'daki 20°C'deki depoya yerleştirildi.

YF-2. Kavurma:

Osmaniye Başpınar Fıstık depolarında kabuklu ve MAM depolarında iç fıstık olarak işlenmeden muhafaza edilen yer fıstıklarının 8. ayda planlanan 2. kavurma işlemi kavurma yapılacak olan Ekmekçiöğlü tesisinin bakımda olması nedeni ile 10 Temmuz 2013 tarihinde 9. Ayda aynı koşullarda, % 2.6 oranında tuz ile 180°C de gerçekleştirildi.

YF-2. Paketleme:

Osmaniye ve MAM depolarında ham olarak muhafaza edilen yer fıstıkları 9. Ayda kavrulduktan sonra ürünlerin 25 kg'ı normal atmosferik koşullarda Ekmekçiöğlu tesislerinde, 25 kg'ı MAM pilot tesisinde MAP (>%97azot gazı) koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi kullanarak paketlenildi ve TÜBİTAK MAM'daki 20°C'deki depoya yerleştirildi.

YF-3. Kavurma:

Osmaniye ve MAM depolarında ham olarak muhafaza edilen yer fıstıklarının 12 ay sonrasında 3. kavurma işlemi 5 Kasım 2013 tarihinde yine Ekmekçiöğlu tesislerinde aynı koşullarda, % 2.6 oranında tuz ile 180°C'de gerçekleştirildi.

YF-3. Paketleme:

Osmaniye ve MAM depolarında ham olarak muhafaza edilen yer fıstıkları 12. Ayda kavrulduktan sonra ürünlerin 25 kg'ı normal atmosferik koşullarda Ekmekçiöğlü tesislerinde, 25 kg'ı MAM pilot tesisinde MAP (>%97 azot gazı) koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi kullanarak paketlenildi ve TÜBİTAK MAM'daki 20°C'deki depoya yerleştirildi.



Şekil 2.4. Yerfistiği tuzlama ve kavurma işlemi

Proje kapsamında test edilen ve kullanılan ambalaj malzemelerinin oksijen geçirgenliği ($\text{ml/m}^2/\text{gün}$) sonuçları Tablo 2.2’de verilmiştir. Ambalaj malzemesi seçiminde ürünün işlendiği tesislerde ambalajlama yapacak cihazlara uygun olarak düşük geçirgenliğe (DG) sahip malzemeler seçilmiştir. Ancak, yerfıstıklarının işlendiği Ekmekçiöğlü tesislerinde azot gazı ile ambalajlama yapabilecek sistem bulunmadığından azot gazı ile MAP işleminde MAM Pilot Tesiste bulunan MAP paketleme cihazı (SIPROMAC Model: 650A) kullanılmıştır. Paketleme sonrasında paketler su dolu kovaya daldırılarak kapatma işleminin etkin olarak yapıp yapılmadığı test edilmiş, sızıntı olan paketler tekrar kapatılmıştır (**Şekil 2.5**). Depolama sırasında olası sızıntı problemine karşı:

- ambalajın üst kısmına kabuksuz fıstık konarak tozuma engellenmeye çalışılmıştır,
- her bir paket sızıntıların tespitine yönelik olarak tek tek su testine tabi tutularak kontrol edilmiş ve sızıntı olan ambalajlar bertaraf edilmiştir,
- belirli sıklıkla ambalaj içi gaz konsantrasyonu ölçülmüş ve istenen değerin sağlandığı kontrol edilmiştir,
- kullanılan yöntemle sızıntı olmadığından emin olunan ambalajlar depolara alınmıştır.



Şekil 2.5. TÜBİTAK MAM yerfıstığı paketleme işlemleri

Ancak depolama süresince belirli aralıklarla yapılan örneklemeler sırasında yapılan gaz ölçümlerinde dışarıdan paket içerisine hava sızıntısı olduğu ve oksijen konsantrasyonunun yükseldiği tespit edilmiştir. Su testiyle dahi ilk anda tespit edilemeyecek fakat uzun süre depolama sonrasında atmosfer değişimi, kapatma sırasındaki tozuma sorunu veya ambalajın yapıştırılmış kısımlarından kaynaklanabilecek sızıntılar olmuştur. Örneklemelerde yedek paketlerden takviye yapılmış ve en düşük oksijen konsantrasyonuna sahip ambalajlardaki örnekler analize alınmıştır. Proje kapsamında test edilen ve kullanılan ambalaj malzemeleri oksijen geçirgenliği ($\text{ml/m}^2/\text{gün}$) sonuçları Tablo 2.2’de verilmiştir. Proje kapsamında yerfıstıkları için işleme ve depolama çalışmaları tamamlanmıştır.

Tablo 2.2. Proje kapsamında test edilen ve kullanılan ambalaj malzemeleri oksijen geçirgenliği ($\text{ml/m}^2/\text{gün}$) sonuçları

Ambalaj tipi	Uygulama	Ürün tipi	Oksijen Geçirgenliği ($\text{ml/m}^2/\text{gün}$) 23°C
Tüketici tipi -geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi (DG : Simbat baskılı, 200 gr’lık)	Azotlu ve normal paketleme	Kavrulmuş tuzlu yerfıstığı	<0.008
İhracat tipi - Geçirgenliği yüksek ambalaj malzemesi (YG : baskısız)	Deoksidizer, vakum ve normal paketleme	Kavrulmuş tuzlu yerfıstığı	50.8
Baskısız Ambalaj (YG-yüksek geçirgenlik)	kullanılmadı		1672
Şeffaf Ambalaj (DG-düşük geçirgenlik)	kullanılmadı		2.13

2.4. “KURUYEMİŞ SEKTÖRÜNDE İYİ TARIM, DEPOLAMA VE İŞLEME UYGULAMALARI” EĞİTİMLERİ

Proje kapsamında çiftçiler ve üreticilere yönelik olarak “Kuruyemiş Sektöründe İyi Tarım (GAP)*, İyi İşleme (GMP) ve İyi Depolama (GSP) Uygulamaları” eğitimleri yerfıstığı ve ay çekirdeği olmak üzere her bir ürün grubu için planlanmıştır. Yerfıstığına yönelik olarak 16 Kasım 2012 tarihinde Osmaniye Valiliği, İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü katkıları ile organize edilmiş ve ilgili eğitim kitapçık haline getirilerek 400 adet dağıtılmıştır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Osmaniye “Yerfıstığında Kaliteli Üretim” eğitimi

3. SONUÇLAR

3.1. HAMMADDE ÖZELLİKLERİ

Osmaniye’de yetiştirilen yerfıstıklarından (*Arachis hypogaea* L. cv. ‘NC 7’) 2012 yılı hasat döneminden 1.5 ton civarında ürün temin edilmiş, ham ve işlenmiş (tuzlama-kavurma) ürünlerin raf ömrü boyunca kalite özellikleri takip edilmiştir. Ayrıca 2010, 2011 ve 2012 yılı hasat ürünleri temin edilerek bu ürünler besin öğeleri ve yağ oksidasyonu (acılaşması) özellikleri açısından testlere tabi tutulmuştur. Yerfıstıklarının 3 yıllık depolama sonrası elde edilen analiz sonuçları Tablo 3.1’de ve yağın oksidasyon düzeyini belirlemek için yapılan peroksit değeri (PV), serbest yağ asitliği (SYA) ve p-anisidin değeri (p-AV) analizleri sonuçları doğrultusunda çizilen grafikler Şekil 3.1’de verilmiştir.

Yıllara göre yapılan değerlendirmede 2 yıl kontrolsüz koşullarda, adi depolarda (sıcaklık ve bağıl nem kontrolü olmayan, GSP kurallarına uygun olmayan depo) depolanan yer fıstıklarında aflatoksin (8.18 µg/kg) tespit edilmiştir. Yerfıstıklarının hekzanal, serbest yağ asitliği ve p-anisidin değerleri yıllara göre artış göstermiştir (Şekil 3.1). Osmaniye’de hasat edilen 2012 yılına ait ürünlerin hekzanal içeriği 23.7µg/kg iken 2011 ve 2010 yıllarına ait ürünlerde hekzanal değerleri 1348.9 ve 2069.7 µg/kg değerlerine ulaşmıştır. Bununla beraber, 2010 yılına ait ürünlerin en düşük E vitamini içeriğine (6.88 mg/100g) sahip olduğu, 2012 ve 2011 yıllarına ait ürünlerin E vitamini içeriklerinin sırası ile 7.39 ve 8.29 mg/100g olduğu tespit edilmiştir.

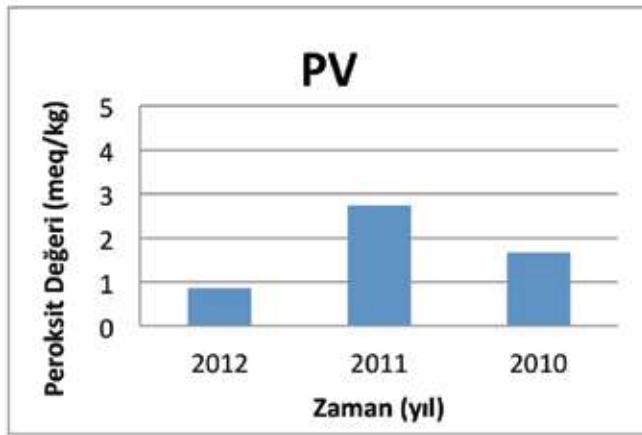
Tablo 3.1. Yerfıstığının 3 yıllık ham ürünlere ait analiz sonuçları

Hasat Yılı	Aflatoksin (µg/kg)	Hexanal (µg/kg)	E vitamini (mg/100g)
2010	8.18	2069.7	6.88
2011	<0.04	1348.9	7.39
2012	<0.04	23.7	8.29

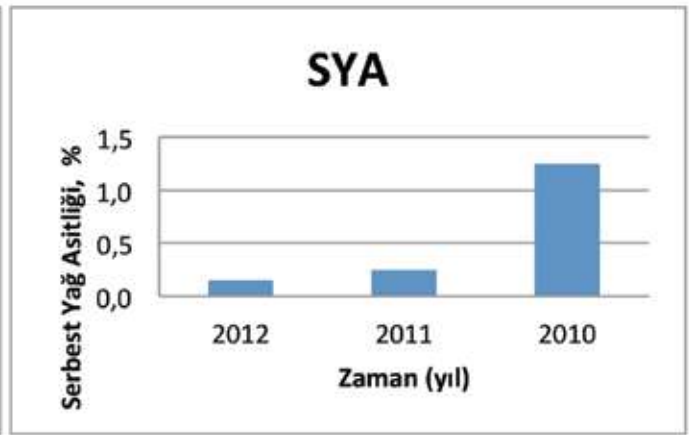
Yerfıstıklarının farklı yıllar için görüntüleri (VeriVide Digi Imaging System) alınarak renk özellikleri incelenmiş ve Tablo 3.2’de L, a, b değerleri verilmiştir. Yıllar itibarı ile yerfıstıklarının L (Parlaklık, aydınlık), b (sarılık), C (saflık, yoğunluk), h (renk niteliği) değerlerinin azaldığı, a (kırmızılık) değerinin ise arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.2. Yer fıstıklarının 3 yıllık renk değişimleri

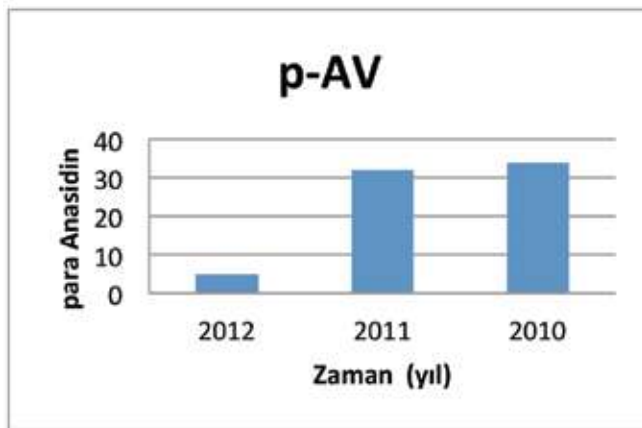
Özellik	2010	2011	2012
L (Parlaklık, aydınlık)	36.46	49.86	58.86
a (+ kırmızılık, - yeşillik)	13.33	17.72	9.74
b (+ sarılık, -mavilik)	13.49	21.38	19.40
C (saflık, yoğunluk)	18.96	27.77	21.71
h (renk niteliği)	45.30	50.30	63.30
Görüntü			



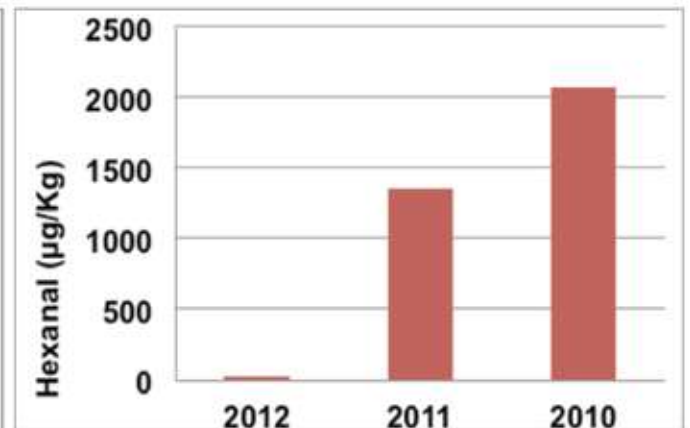
a)



b)



c)



d)

Şekil 3.1. LOKAL (Osmaniye, kontrolsüz) depolarda 3 yıl boyunca muhafaza edilen ham yerfıstıklarının a) peroksit değeri, b)serbest yağ asitliği, c) p-anisidin değerleri ve d) hekzanal değerleri

Osmaniye'den hasat edilen yerfıstıklarının çeşit özellikleri protein, yağ oranları, şeker ve yağ asidi bileşenleri (Tablo 3.3) ve sterol kompozisyonları (Tablo 3.4) açısından incelenmiştir. Proje raf ömrü çalışmalarında 2012 hasat yılı ürünleri kullanılmıştır.

Tablo 3.3. Yerfıstığının 3 yıllık ham ürünlere ait analiz sonuçları

Hasat Yılı	Nem (g/100g)	Protein (g/100g) (Nx5.46)	Yağ (g/100g)	Şeker Bileşenleri, g/100g			
				Fruktoz	Glukoz	Sakkaroz	Maltoz
2010	5.08	26.55	48.1	0.52	0.43	3.03	n
2011	5.05	26.54	50.7	0.07	0.08	2.86	n
2012	6.05	23.04	50.6	0.08	0.10	2.98	n

n:Tespit edilmedi

Tablo 3.4. Yer fıstıklarının 3 yıllık yağ sterol kompozisyonları

	Sterol Kompozisyonu (mg/kg)		
Yıllar	2010	2011	2012
Cholesterol	8.2	14.3	18.5
Campesterol	156.5	149.5	138.4
Stigmasterol	124.9	122.7	110.3
B-sitosterol	896.4	857.0	814.7
D5-avenasterol	154.6	156.5	111.4
D7-stigmastenol	53.8	47.5	41.0
Toplam	1394.2	1347.4	1234.2

Oleik asit oranı yüksek yerfıstıklarının oksitlenmeye karşı daha dayanıklı olduğu Baker (2002) tarafından yapılan çalışmada belirtilmektedir. Baker (2002) tarafından kullanılan çeşitlerde yüksek oleik asitli olarak değerlendirilen ürünlerin oleik asit oranları %80 civarında olup, düşük oleik asitli çeşitlerin oleik asit değerleri %50-55 civarındadır. Tablo 3.5'te projemizde kullanılan yerfıstıklarının ve ayrıca Nepote ve ark. (2006) tarafından Arjantin'de yetişen yerfıstıkları ile ilgili yapılan çalışmanın sonuçları verilmiştir. Nepote ve ark. (2006) yüksek oleik asiti (%78.5) içeren çeşitlerin düşük oleik asit (%45.8) içeren ürünlere göre daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olduklarını, bununla birlikte duyuusal değerlendirmelerde ürünler arasında önemli bir fark tespit edilmediğini belirtmişlerdir. Osmaniye'de kullanılan yerfıstıklarının oleik asit değeri ise %55.1 olup, bu projede elde edilecek sonuçlar daha yüksek oksidatif stabiliteli ürün seçimi için yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Tohum seçiminde sadece verim, küfe karşı direnç, erken hasat edilebilme gibi özelliklere göre değil aynı zamanda oksidatif bozulmaya karşı direnç (oleik asit/linoleik asit oranı, E vitamini, antioksidan içeriği, vb.) özellikleri de dikkate alınarak seçim yapılmalıdır.

Tablo 3.5. Osmaniye'de yetişen yerfıstıklarının (3 yıllık) ve Arjantin'de yetişen iki farklı oleik asit oranına sahip yerfıstıklarının yağ asit bileşenleri oranları

Yağ asidi	Formülü	Yağ Asidi Bileşenleri (%)				
		2010	2011	2012	T*	GO*
Palmitik Asit	C16:0	8.8	8.7	8.5	8.9	4.9
Stearik Asit	C18:0	3.2	3.4	3.4	2.5	2.5
Oleik Asit	C18:1n9c	55.1	57.1	59.2	45.8	78.5
Linoleik Asit	C18:2n6c	24.8	23.1	21.5	33.3	4.6
Araçidik Asit	C20:0	1.6	1.7	1.6	1.3	1.3
Eikosenoik Asit	C20:1n9	1.1	1.0	0.9	1.7	2.5
Behenik Asit	C22:0	2.9	2.9	2.6	3.	2.7
EPA	C20:5n3	1.3	1.2	1.1		
DHA	C22:6n3	0.2	0.2	0.1		
Oleik/Linoleik Asit Oranı		2.2	2.5	2.8	1.4	17.1

(*) Nepote ve ark. 2006.

Osmaniye’de yetiştirilen yerfıstıklarından 2012 yılı hasat döneminden alınan 1.5 ton civarındaki kabuklu ürünün 500 kg’ı MAM’a gönderilmek üzere ıslatılarak kırılmış ve nem/su aktivitesi analizleri yapılmıştır. Islatılıp kırılan yerfıstıklarının nem içerikleri %8.13 olup su aktivitesi (a_w) 0.792’dir (Tablo 3.6). Kabuklarından ayrılan yerfıstıkları MAM’da bulunan 10°C’lik depoya **iç fıstık olarak** çuvallar ile transfer edilmiştir. Osmaniye’deki LOKAL depoda bekletilen %6.93 (a_w : 0.668) nem içeriğine sahip ürünler depolama boyunca **kabuklu olarak çuvallarda** muhafaza edilmiştir.

Tablo 3.6. 2012 yılında hasat edilen yer fıstıklarının (YF) paketleme öncesi nem içerikleri ve su aktivitesi değerleri

Ürün Adı	Nem(g/100g)	a_w
YF-İslatılıp kırılan	8.13	0.792
YF - Kabuklu	6.93	0.668
YF-Kavrulmuş	1.41	0.164

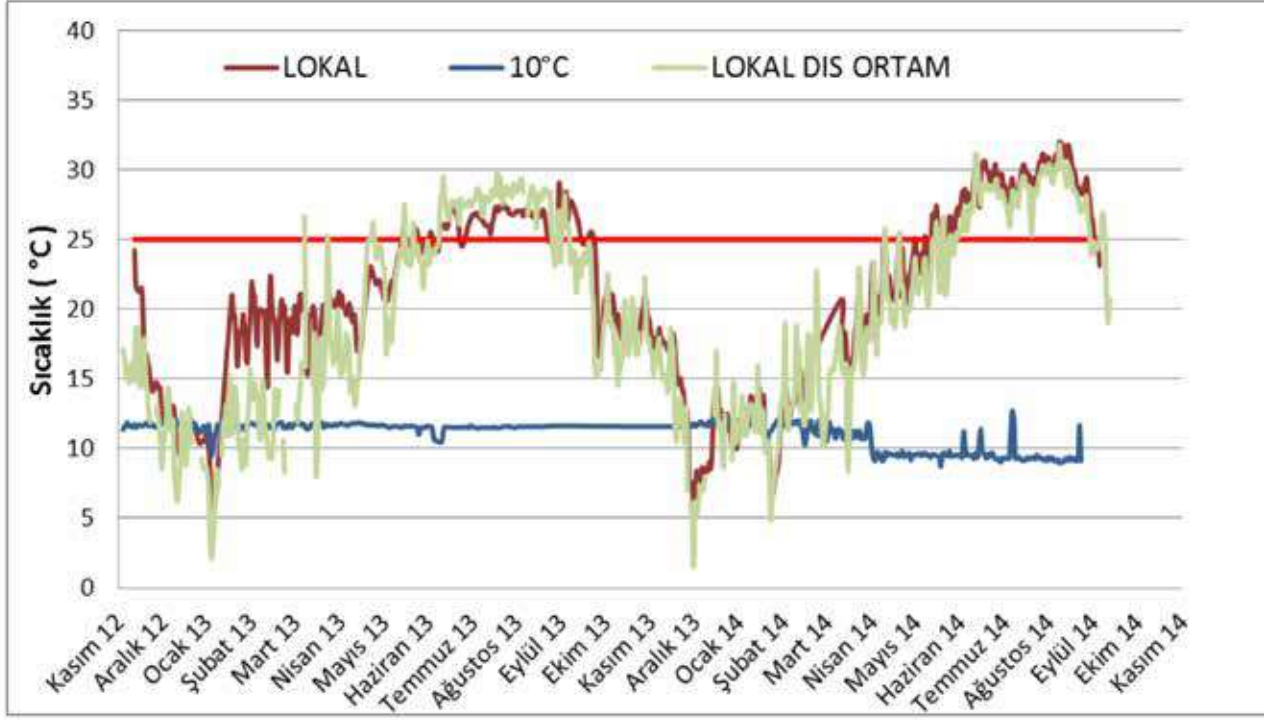
3.2. İŞLENMEMİŞ (HAM) YERFISTIKLARININ DEPOLANMASI VE DEPO KOŞULLARI

“LOKAL” Depo olarak adlandırılan Osmaniye’deki kontrolsüz koşullarda yerfıstıkları **kabuklu** olarak depolanmakta ve depolardan 1 saat aralıklarla sıcaklık ve bağıl nem kayıtları alınmaktadır. Islatılarak **kabuklarından ayrılmış iç fıstıklar** TÜBİTAK MAM’da 10°C’de muhafaza edilmekte, depo bağıl nemi %65’i geçmeyecek şekilde Munters Nem Tutucu cihaz ile kontrol edilmektedir. Depo kayıtlarının günlük sıcaklık ve bağıl nem ortalamaları Şekil 3.2.a ve b’de verilmiştir. LOKAL depoda kabuklu olarak muhafaza edilen yerfıstıklarının ve MAM-Kontrollü depoda kabuksuz olarak muhafaza edilen iç yerfıstıklarının su aktivitesi değerleri ise Şekil 3.3.b’de verilmiştir. MAM’da muhafaza edilen ürünler depo ortamında kuruyarak depo bağıl nem koşullarına bağlı olarak denge nem içeriğine ulaşmıştır. Her iki depoda da nem güvenli depolama bağıl nem düzeyinin (%70) üzerine çıkmamış ve su aktiviteleri 2 ayda bir yapılan örneklemelere göre LOKAL depoda 0.48-0.65 arasında, MAM depoda ise 0.43-0.61 değerleri arasında değişim göstermiştir. MAM depoda muhafaza edilen yerfıstıklarının başlangıç nem düzeyleri 6.93 g su/100g düzeyinde iken depo koşullarının bağıl neminin %50 civarında olması nedeni ile kuruma olmuş ve nem/su aktivitesi azalmıştır. Osmaniye LOKAL depo koşullarında muhafaza edilen ürünlerin de zamanla nem/su aktivitesi değerlerinde azalma olmuş ve ürünler ortalama 5.3 g su/100 g düzeyinde nem içeriğinde muhafaza edilmiştir. Bu nem/su aktivitesi düzeyleri yer fıstıklarının güvenli olarak depolanması için uygun düzeylerdir. Başlangıçta ürünler aflatoxin içermediğinden depolama boyunca da aflatoxin veya küf gelişimi konusunda bir problem yaşanmamıştır.

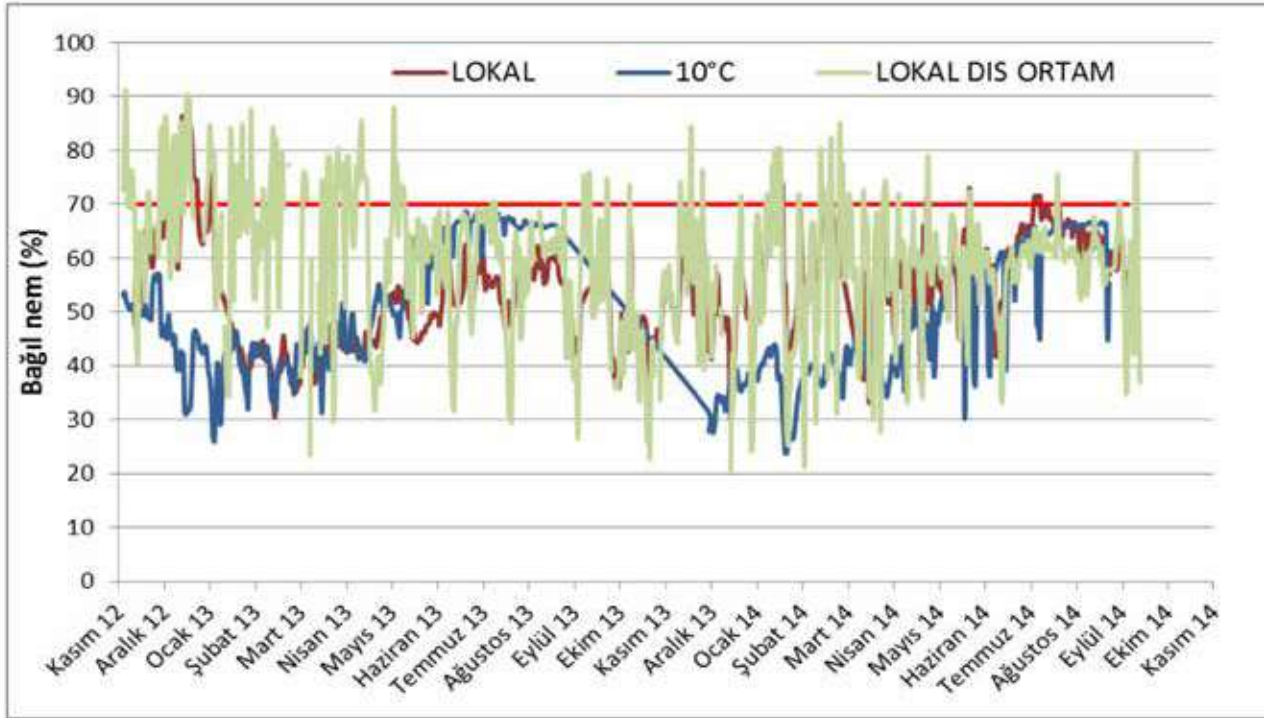
Yerfıstığı gibi kuru ürünler için FDA’nın önerdiği güvenli depolama nemi %70 olmakla birlikte, bu değer küf gelişimi veya aflatoxin oluşumunu engelleyici bir önlemdir. Projemizde ürünlerin muhafaza edildiği depoların bu değerin altında olmasına dikkat edilmiştir. Ancak, kabuklu ya da kabuksuz olarak depolanan yerfıstıklarında depolama bağıl neminde her %10’luk azaltma ile ürünün kalite özelliklerini daha uzun süre korunacağı ve raf ömründe 2 kata varabilecek artışa neden olunacağı unutulmamalıdır. Osmaniye LOKAL depoda özellikle yaz aylarında sıcaklık 25°C’nin üzerine çıkmış, 2013 yılına kıyasla 2014 yılı sıcaklık değerleri yaz aylarında daha yüksek olmuş ve 30°C’nin üzerine çıkmıştır. Proje çalışmalarında 2013 yılında işleme yapılmış, 2014 yılı depo örnekleri sadece ham ürünlerdeki değişimi takip etmek amacı ile devam ettirilmiştir. MAM depoda sıcaklık ayarı 10°C’ye ayarlandığı halde depo içerisindeki sıcaklık 1. yıl 11-12°C civarında olmuş, 2. yıl sıcaklık ayarı düşürülerek depo içi sıcaklık 10°C’nin altına ayarlanmıştır. Bağıl nem koşulları ise MAM depoda nem tutucu sistemle kontrol altında tutulmuştur ve bağıl nemin %65’i geçtiği yaz aylarında sistem devreye girmiş, nemin %60-65’in altında tutulması sağlanmıştır. MAM depoda kış aylarında bağıl nem %35-45 civarında seyretmiştir. LOKAL depo bağıl nem içeriği dış ortamla paralellik göstermekle birlikte sadece kış aylarında nadiren %70’in üzerine çıkmıştır. Kış aylarında sıcaklığın düşük olması nedeni ile küf gelişimi/aflatoxin oluşumu açısından bu koşullar risk yaratacak bir duruma neden olmamıştır.

Osmaniye’nin Ekim 2012-Kasım 2014 tarih aralığı içerisindeki meteorolojiden alınan sıcaklık ve bağıl nem verilerinin ortalama, maksimum ve minimum değerleri sırası ile 20°C (2-32°C) ve %59 BN (%91-21 BN) olup, LOKAL depo için 21°C (6-32°C) ve %54 BN (%86-30 BN) ve MAM depo için bu değerler 11°C (13-9°C) ve %50 BN (%69-24 BN) olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.2 a ve b).

TÜBİTAK MAM'da paketlenmiş ürünlerin depolandığı yaklaşık 20 ve 30°C'ye ayarlanmış depoların sıcaklık ve bağıl nem ortalamaları ile min. ve mak. değerleri ise sırası ile 20°C (18-25°C) ve %50 BN (%23-70 BN) ve 28°C (25-30°C) ve %37 BN (%14-56 BN) olarak kaydedilmiştir.



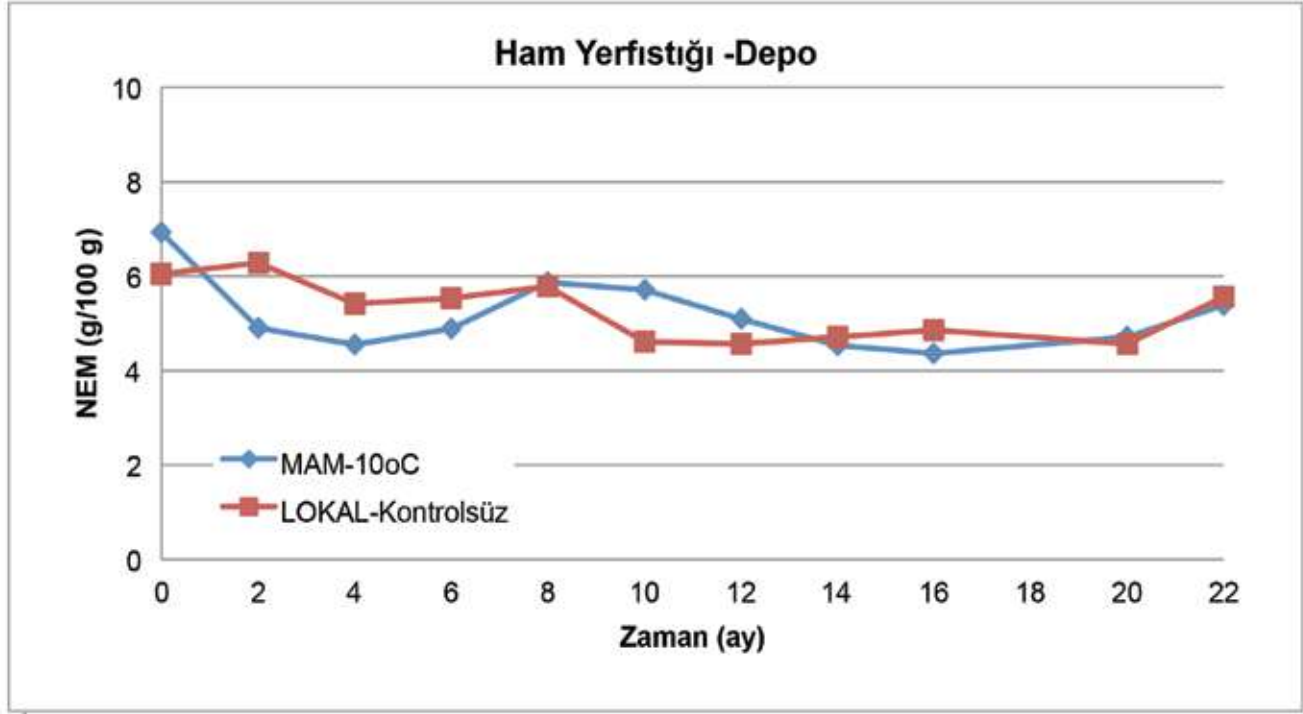
a)



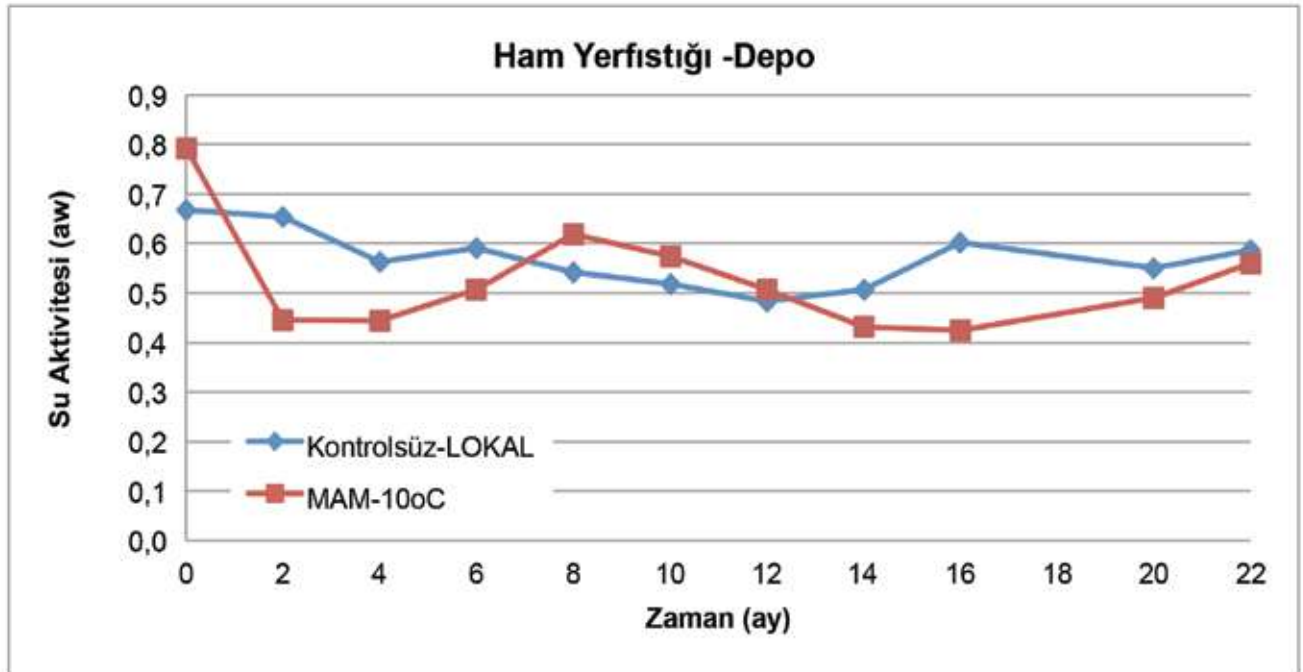
b)

Şekil 3.2. LOKAL (Osmaniye, kontrolsüz koşullarda kabuklu) ve MAM (10°C'de, <%65 Bağıl Nem koşullarında kabuksuz, iç fıstık) depolarının a) sıcaklık ve b) bağıl nem değerleri

Osmaniye LOKAL depoda kontrolsüz koşullarda kabuklu ve 10°C'de MAM deposunda %65 Bağıl Nemden daha düşük koşullarında **kabuksuz iç fıstık** olarak depolanan yerfıstıklarının 2 ay aralıklarla depolama süresince nem içerikleri ve su aktiviteleri ölçülmüş ve sonuçlar Şekil 3.3'de verilmiştir. Depo bağıl nem koşullarının değişimine paralel olarak her iki depodaki ham ürünlerin nem içerikleri iki yıl boyunca değişim göstermiştir. Depolarda yaz aylarına denk gelen bağıl nem artışı ile ürünlerin kabuklu da olsa nem ve su aktivitelerinde artış olmuş, kış aylarına doğru azalan bağıl nem ile nem içerikleri ve su aktiviteleri azalmıştır.



a)

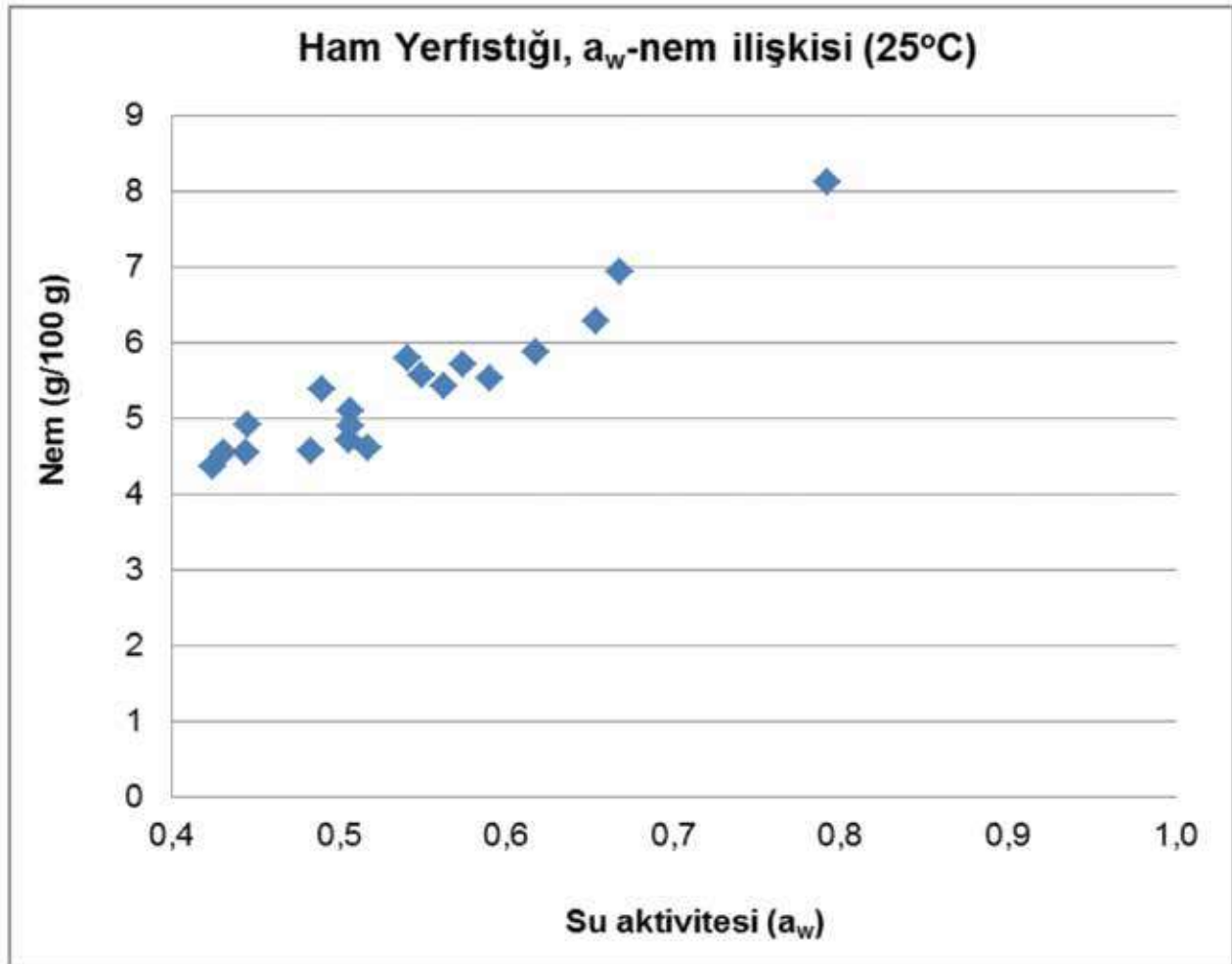


b)

Şekil 3.3. LOKAL (Osmaniye, kontrolsüz koşullarda kabuklu) ve MAM (10°C'de, <%65 Bağıl Nem koşullarında kabuksuz iç fıstık olarak) depolarında muhafaza edilen ham (işlenmemiş) yerfıstıklarının a) nem içeriği (g su/100 g) ve b) su aktivitesi değerleri

Projede iki yıl süresince depo örneklerinin nem oranları ve su aktiviteleri 25°C'de tespit edilmiş ve farklı nem içeriklerine sahip yerfıstıklarının su aktivitesi değerleri Şekil 3.4'te verilmiştir. Mikrobiyal gelişmenin olmaması için gıda güvenliği açısından fıstıkların mutlaka %7'nin altına hızla kurutulması yeterlidir. Ancak kalitenin uzun süre korunması ve raf ömrünün uzun olması için fıstıkların daha düşük nem içeriğinde depolanması gerekmektedir.

Kaliteli ve daha uzun raf ömürlü ürün için depolama bağıl neminin %60'ın altında tutulması durumunda yerfıstıklarının 5-6 g/100 g nem içeriğine kadar, kalite açısından güvenli nem aralığı için %50'nin altında tutulması durumunda yerfıstıklarının ~ 5 g/100 g nem içeriğine kadar kurutulması ve bu nem düzeyinde muhafazası gerekmektedir.



Şekil 3.4. Ham (işlenmemiş) iç yerfıstıklarının depolama süresince farklı su aktivitelerindeki nem (g su/ 100 g) oranları

Osmaniye LOKAL depoda kontrolsüz koşullarda **kabuklu** ve 10°C'de MAM deposunda %65 bağıl nemden daha düşük **koşullarında kabuksuz iç fıstık** olarak depolanan yerfıstıklarının 2 ay aralıklarla depolama süresince peroksit değeri, serbest yağ asitliği ve para-anisidin değerleri, hekzanal içeriği acılaşıma göstergesi olarak (Şekil 3.6), E vitamini içeriği (Şekil 3.7) ise kalite özellikleri açısından takip edilmiştir. Bunun nedeni oluşan hidro-peroksitlerin ikincil ve üçüncül ürünlere dönüşmesidir.

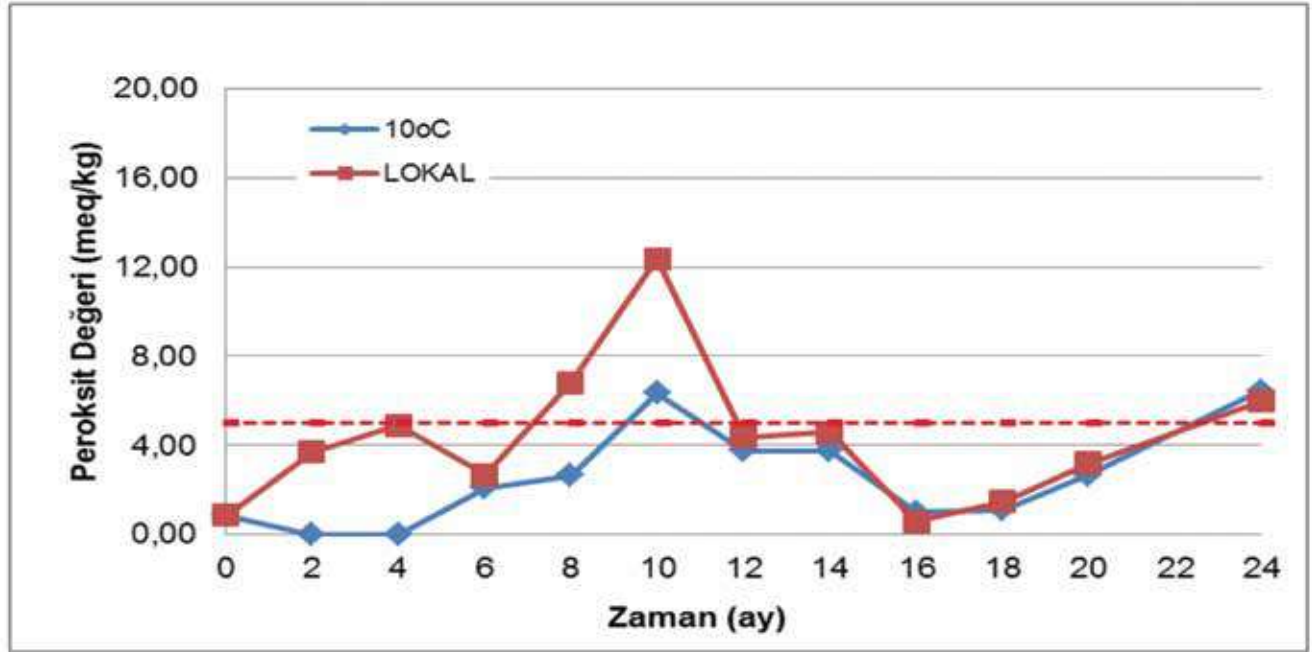
Kontrolsüz (LOKAL) koşullarda depolama boyunca peroksit değeri 4. aya kadar artış göstermiş, sonra düşerek inişli çıkışlı eğilim göstermiştir. Tahıllar ile ilgili 1994 tarihli CODEX ALIMENTARIUS Komisyonuna göre ham yerfıstıklarının peroksit değerinin 5 meş aktif oksijen /kg ve serbest yağ asitliği değerinin %1'i geçmemesi gerekmektedir. Bu verilere bağlı olarak LOKAL depoda **kabuklu fıstıklarda 7. aydan, 10°C'lik depoda kabuksuz fıstıklarda ise 8. aydan** sonra peroksit değerinin Codex sınırlarının üzerine çıktığı görülmektedir (Codex, 1994).

LOKAL depoda 8. aydan sonra yaz aylarına denk gelen dönemde bozulma hızlanmış ve hekzanal içeriğinde de hızlı artış gözlenmiştir. LOKAL depodaki işlenmemiş ürünlerin serbest yağ asitliği ve para-anisidin değerlerindeki değişim, bozulmadaki genel eğilime paralellik göstermektedir.

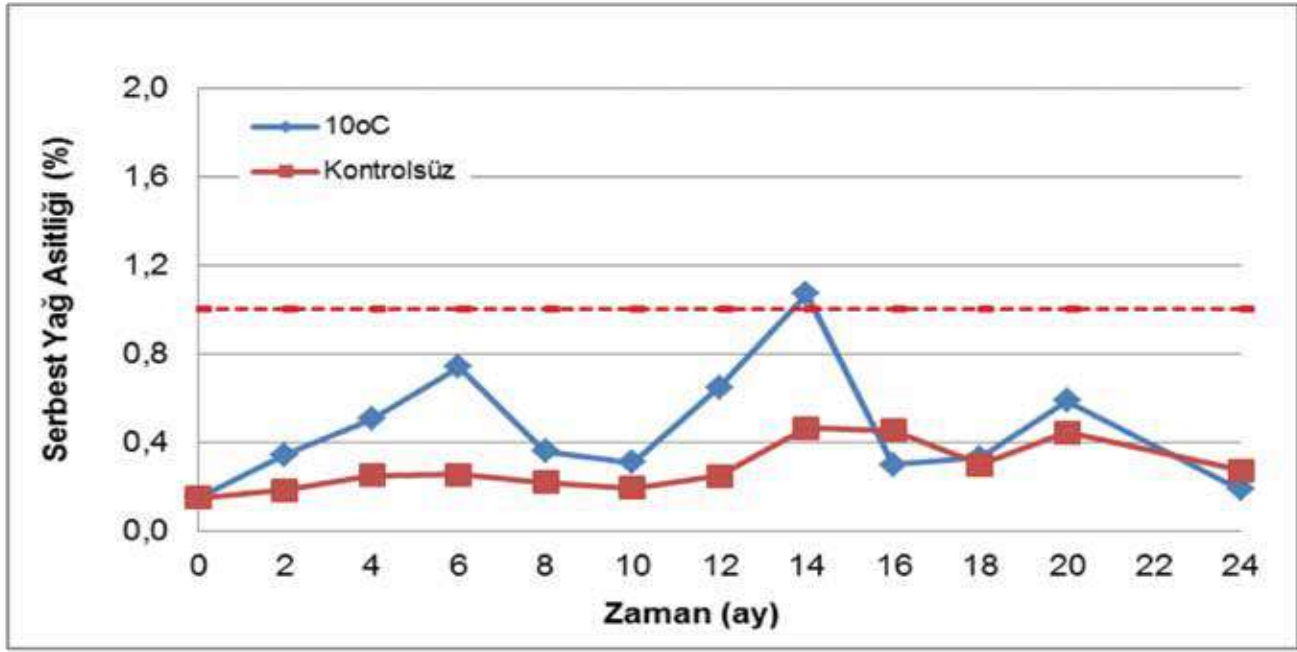
MAM deposunda, 10°C'de ve %65 BN'den daha düşük koşullarda kabuksuz, iç fıstık olarak depolanan yerfıstıklarının peroksit değerleri ise 8. aya kadar artmış daha sonra azalma gözlenmiştir. Bu da fıstıklarda ikincil ve üçüncül bozulma ürünlerinin oluşum hızının hidro-peroksit ve serbest yağ asidi oluşum hızından daha fazla olduğuna işaret etmektedir. Ancak, **~10°C'de depolanan işlenmemiş ürünlerin hekzanal içeriklerindeki hızlı artış ürünler kabuksuz olmalarına rağmen 1 yıldan sonra, 14. ayda başlamıştır** (Şekil 3.6).

E vitamini içeriğinde, hasattan sonra MAM deposunda (~10°C) depolanan kabuğundan ayrılmış iç yerfıstığı örneklerinde ve LOKAL (Kontrolsüz) depo koşullarında kabuklu olarak muhafaza edilen yerfıstıklarında 20 ay depolama sonrasında önemli düzeyde değişim olmamıştır (Şekil 3.7). Yerfıstıklarının MAM deposunda kabuksuz olarak depolandığı göz önünde bulundurulduğunda serbest yağ asitliği LOKAL depoya kıyasla daha yüksek olsa da daha az hacimle ortalama 11°C'de 18 ay sonunda soğuk depoda daha etkin koruma sağlanmıştır.

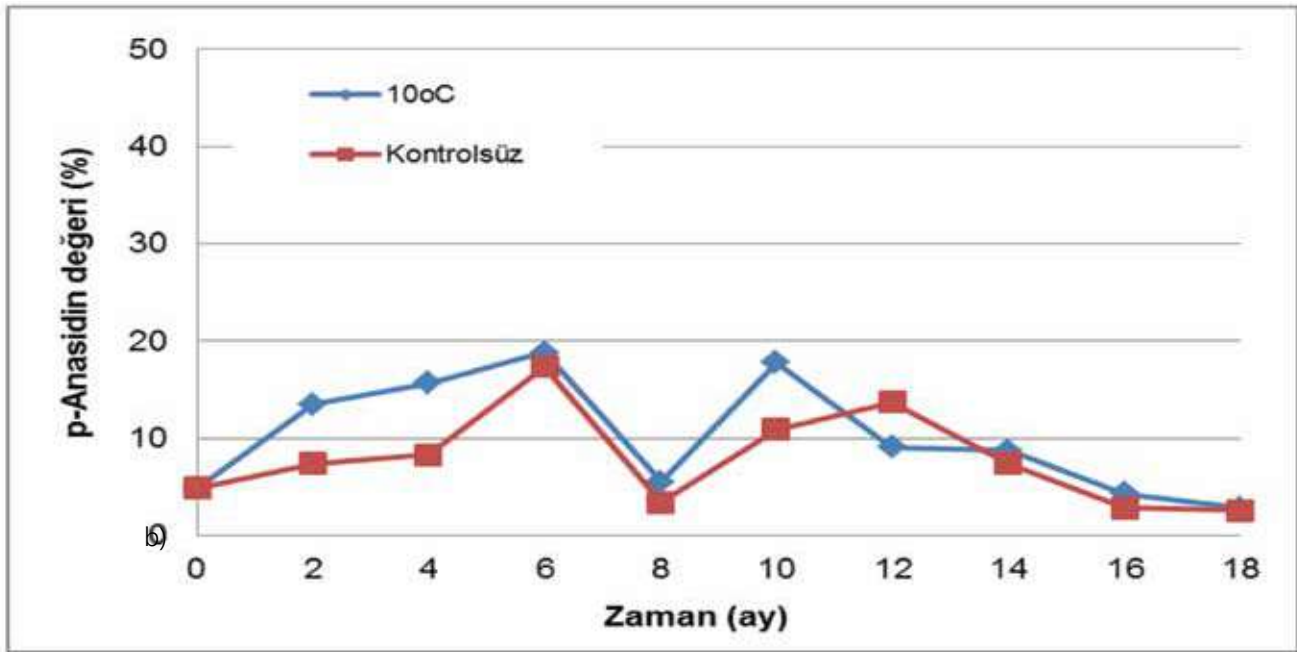
Sonuç olarak, yerfıstıkları kabuklarından ayrılmış da olsa ~10°C'ye ayarlanmış kuru ve serin depoda 8 ay muhafaza edilebilmektedir. Ancak daha etkin depolama ve daha uzun raf ömürlü yerfıstığı için depo bağıl neminin %60'dan daha düşük olması uygun olacaktır.



a)

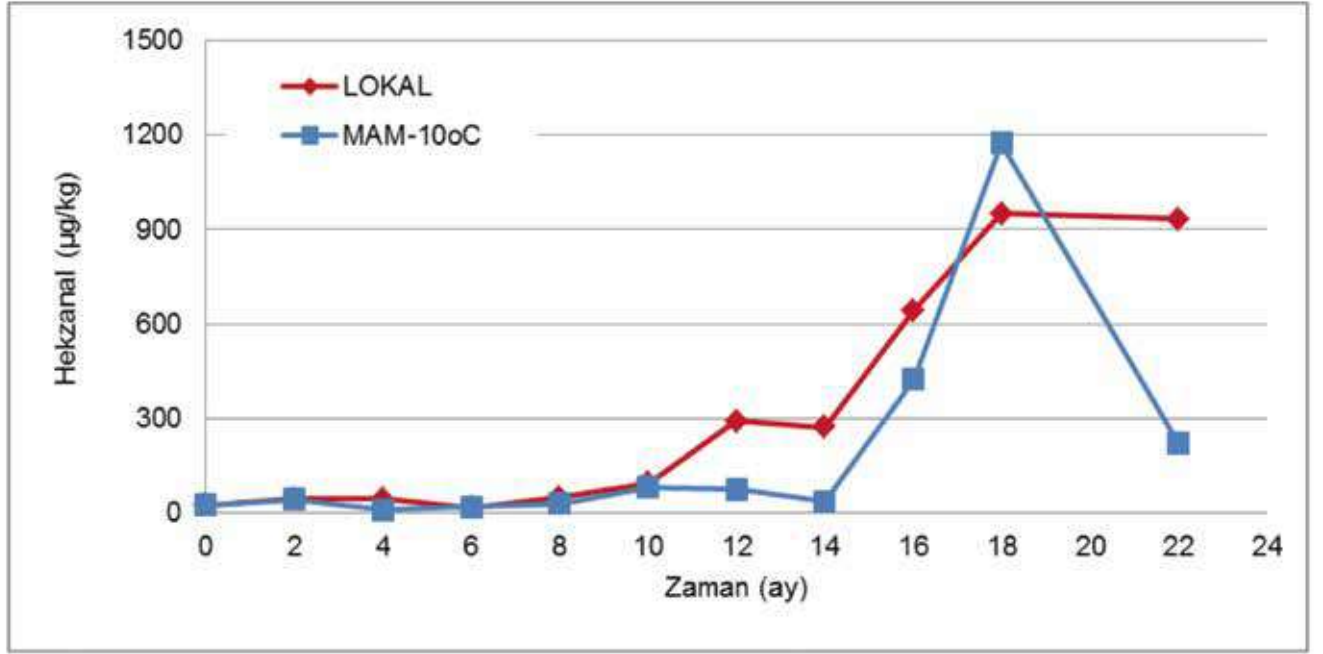


b)

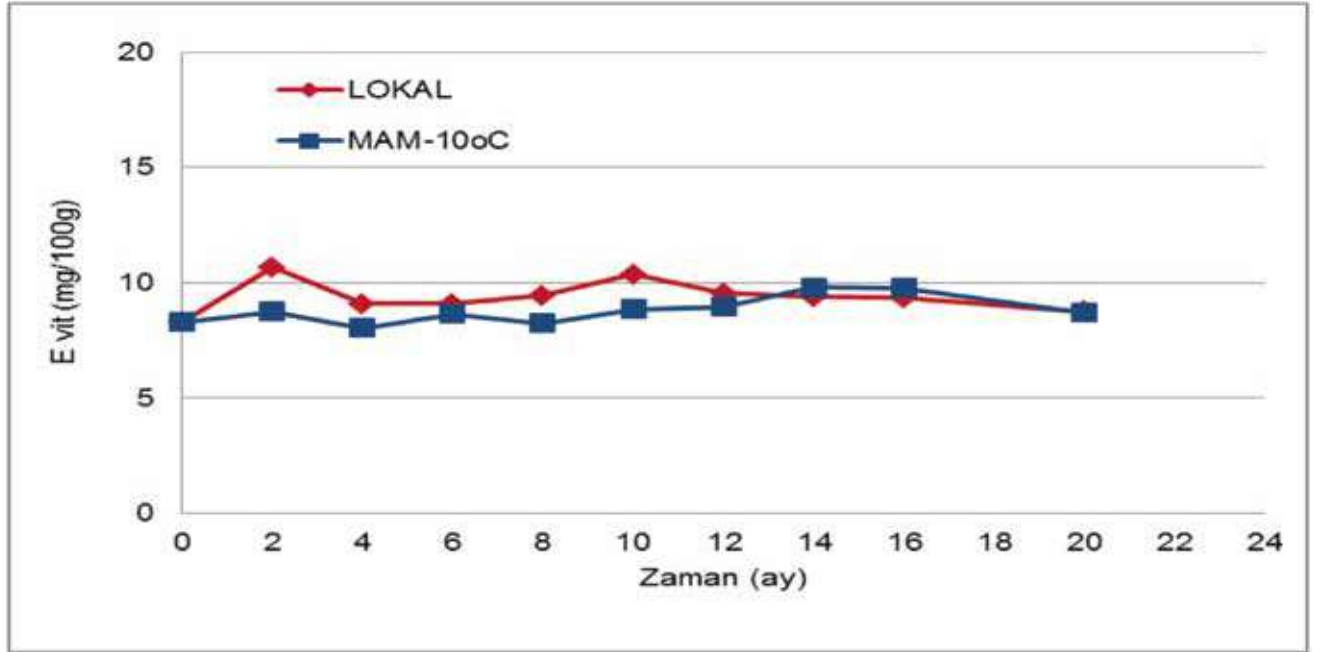


c)

Şekil 3.5. LOKAL (Osmaniye, kontrolsüz koşullarda kabuklu) ve MAM (~10°C'de, <%65 Bağıl Nem koşullarında iç fıstık) depolarda muhafaza edilen ham yarfıstıklarının a) peroksit değeri, b) serbest yağ asitliği ve c) p-anasidin değeri



Şekil 3.6. LOKAL (Osmaniye, kontrolsüz koşullarda kabuklu) ve MAM (~10°C'de, <%65 Bağıl Nem koşullarında iç fıstık) depolarda muhafaza edilen işlenmemiş yerfıstıklarının hekzanal (µg/kg) değerleri



Şekil 3.7. LOKAL (Osmaniye, kontrolsüz koşullarda kabuklu) ve MAM (~10°C'de, <%65 Bağıl Nem koşullarında iç fıstık) depolarda muhafaza edilen işlenmemiş yerfıstıklarının E vitamini (mg/100g) değerleri

3.3. İŞLENMİŞ YERFISTIKLARININ DEPOLANMASI

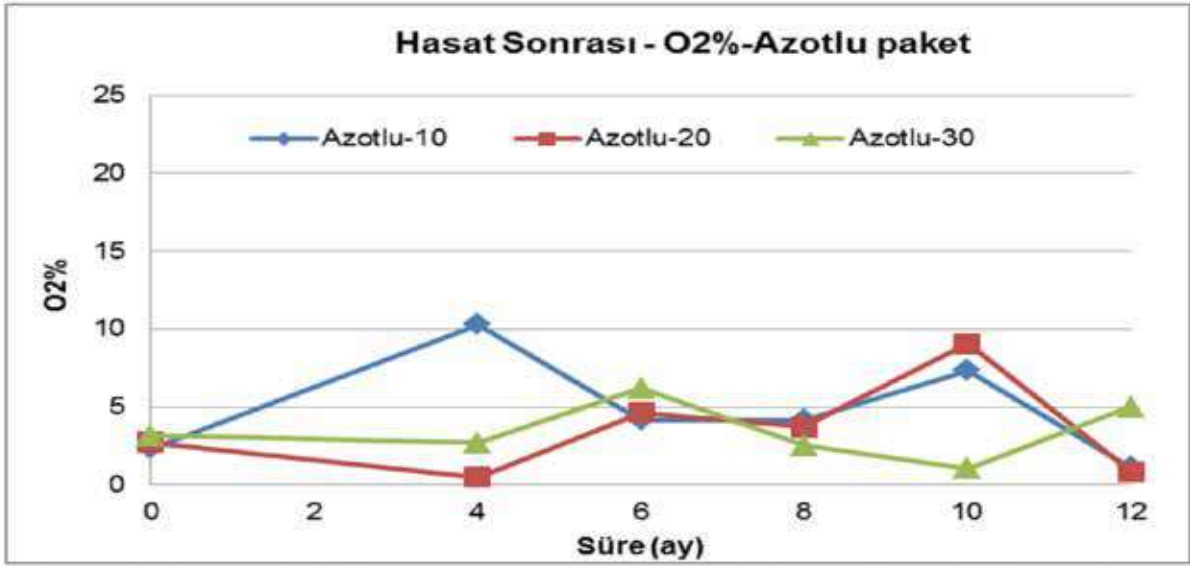
Hasat sonrası yerfıstıklarının bir kısmı %2.6 oranında tuz ile 180°C de 20 dakika kavrularak 200 gr'lık geçirgenliği düşük (Oksijen Geçirgenliği : <0.008 ml/m²/gün) ambalajlarda modifiye atmosfer paketleme (MAP: >%97azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında paketlenmiştir. Paketli ürünler yaklaşık 10, 20 ve 30°C'deki depolara yerleştirilmiştir. Ham ürünler hasattan sonra MAM ve LOKAL depolarda 9 ve 12 ay bekletildikten sonra kavurma işlemi yapılmış ve sonrasında azotlu ve normal paketlenen ürünler sadece 20°C'de muhafaza edilmiştir. Depolama süresince 2 ay aralıklarla analizler için yeterli miktarda paket depolardan alınarak önce paket içerisindeki gaz kompozisyonuna bakılmış, daha sonra mikrobiyal analizler yapılarak devamında peroksit değeri (PV), serbest yağ asitliği (SYA), para-anisidin değeri (p-AnV), hekzanal, E vitamini, su aktivitesi, nem içeriği analizleri gerçekleştirilmiştir. Aynı işlemler LOKAL ve MAM depolarında muhafaza edilen ham yerfıstıkları için hasattan 9 ay ve 12 ay sonra tekrarlanmıştır. Ürünlerin analiz sonuçları Şekil 3.8'de verilmiştir.

Paketlerde Oksijen Gazı Ölçümü

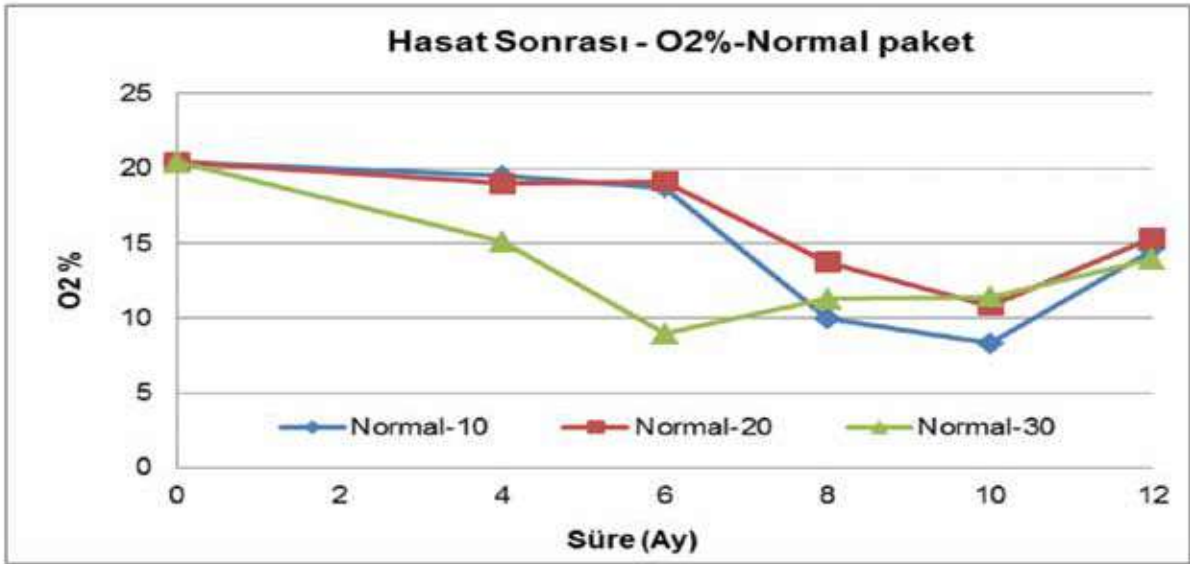
Hasattan hemen sonra paketlenen ürünlerden 8-10 paket içerisindeki oksijen konsantrasyonu ortalamaları Şekil 3.8.a ve b'de verilmiştir. Yaklaşık %97 oranında azot gazı ile dolum yapılan paketlerin içerisindeki kalan %3'lük oksijen konsantrasyonunun zamanla oksidasyona bağlı olarak azalması beklenirken, bazı paketlere muhtemelen dışarıdan hava sızıntısı olmuş ve oksijen oranlarının bu paketlerde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer problem normal atmosfer koşullarında kapatılan paketlerde de gözlenmiştir. Oksijen sızıntısı olan tüm paketlerde acılaşmada artış daha hızlı olmuştur. Normal atmosfer koşullarında paketlenen ürünlerde sızıntı olmayan paketlerde içerideki oksijen konsantrasyonu zamanla azalmış ve bir süre sonra tükenmiştir. Paket içerisinde başlangıçta %20.95 O₂ konsantrasyonunun oksidasyona bağlı olarak depolama süresince azalması beklenirken 30°C'deki paketlerde 6 aydan sonra 10 ve 20°C'deki paketlerde ise 10. aydan sonra oksijen oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Bu durum paketlerin dışarıdan hava aldığına göstergesidir. Ancak ilk 6 aylık gözlemden 30°C'de bekletilen paketlerdeki O₂ seviyesinin 10 ve 20°C'deki paketlere kıyasla daha hızlı azaldığı ve 6 ay sonunda %10'un altına düştüğü, 10 ve 20°C'deki paketlerin O₂ seviyesinin ise %19'da kaldığı ve her iki sıcaklık koşulu arasında önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir. Oksijen seviyesindeki değişime paralel olarak acılaşmanın ikincil ürünü olan hekzanal değerinde de 6. aydan sonra hızlı artış gözlenmiştir (Şekil 3.15.b).

MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 9 ay depolama sonrası ürünler aynı şekilde tuzlanıp kavrularak işlenmiş ve azotlu ve normal koşullarda paketlenerek 20°C'de muhafaza edilmişlerdir. Paketlerdeki sızıntı problemi ile ilgili 9 ay sonra yapılan işleme sonrası paketleme aşamasında gerekli tedbirler alınmış ve sızıntı olasılığına karşı su testi ile tüm paketler kontrol edildikten sonra depolara yerleştirilmiştir. MAM deposunda ~10°C'de ve LOKAL (Osmaniye) depoda kontROLSÜZ koşullarda depolandıktan sonra 9. ayda işlenen ve NORMAL atmosfer koşullarında paketlenen ürünlerin paket içerisindeki oksijeni tüketimi benzer şekilde olmuş ve ilk iki ayın sonunda oksijen seviyesi %5'in altına düşmüştür (Şekil 3.8.c). AZOT gazı ile yapılan paketlemede sızıntı problemi ile karşılaşılmamış, paketlerde depolama süresince oksijen tespit edilmemiştir. Dolayısı ile farklı depolama ve paketleme koşullarında en sağlıklı değerlendirme 9. ayda işlenen ürünlerle yapılabilmektedir.

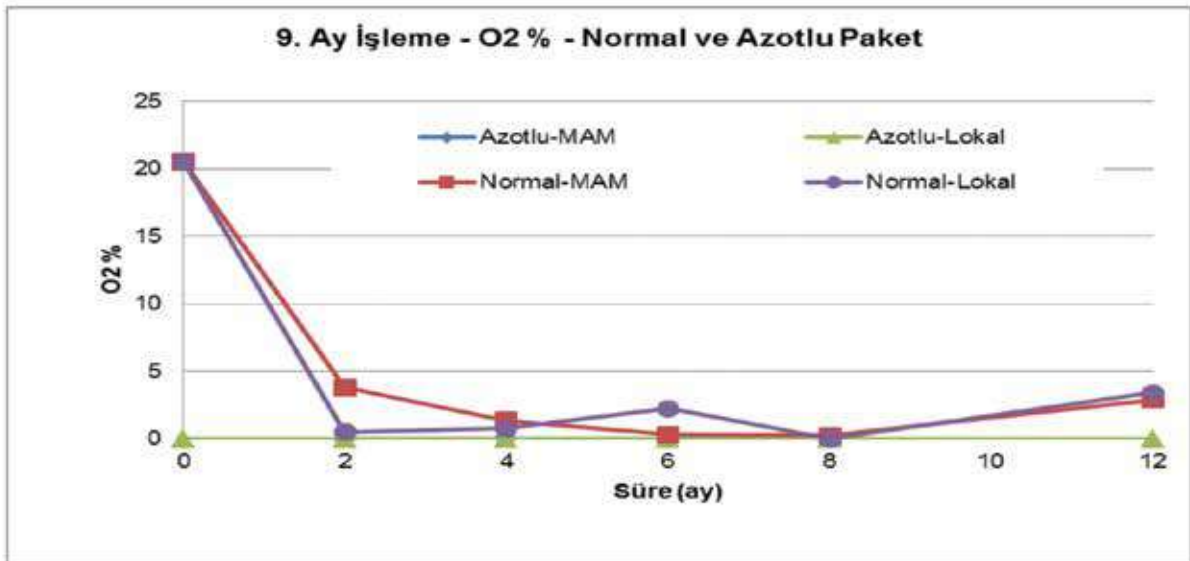
MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 12 ay depolama sonrası ürünler aynı şekilde tuzlanıp kavrularak işlenmiş ve azotlu ve normal koşullarda paketlenerek 20°C'de muhafaza edilmişlerdir. Hasattan **12 ay (bir yıl) sonra yapılan işleme** sonrası paketleme aşamasında gerekli tedbirler alındığı ve sızıntı olasılığına karşı su testi ile tüm paketler kontrol edildiği halde bu ürünlerde depolama süresince belirli aralıklarla yapılan örneklemeler sırasında yapılan gaz ölçümlerinde dışarıdan paket içerisine hava sızıntısı olduğu ve azot ile dolum yapılan paketlerde oksijen konsantrasyonunun yükseldiği tespit edilmiştir (Şekil 3.8.d). Paketleme sonrası su testiyle dahi ilk anda tespit edilemeyecek, fakat depolama sırasında atmosfer değişiminden, paketleme sırasında yapışma alanına olası toz bulaşığından veya ambalaj malzemesinin yapısından kaynaklanabilecek muhtemel sızıntılar olduğu düşünülmektedir. Bu duruma karşı, 10 ay boyunca depolanan bu örneklerin son örneklemesi olan 10.ayında yedek paketlerden takviye yapılmış ve sadece en düşük oksijen konsantrasyonuna sahip ambalajlardaki örnekler analize alınmıştır. Dolayısı ile 0-10. Ay arasında yapılan örneklemelerde olası sızıntı problemi nedeni ile sağlıklı değerlendirme yapmak mümkün olamamıştır. Sadece son örneklemeye yapılan paketlerdeki (10. Ay örnekleri) analiz sonuçları ile değerlendirme yapılmıştır.



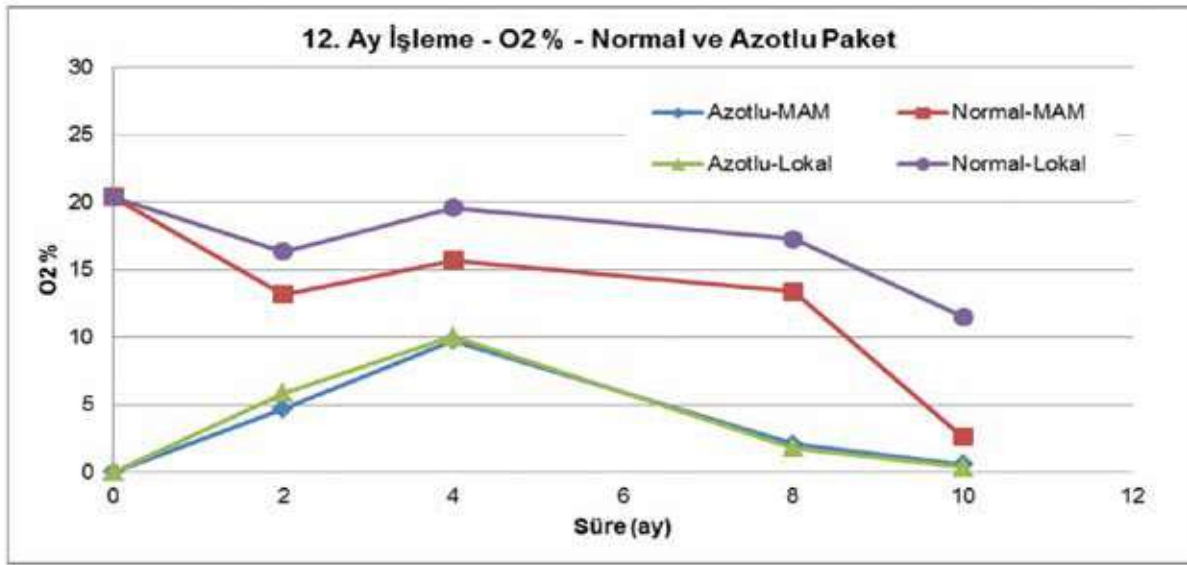
a) Hasat sonrası MAM depolarında (10, 20 ve 30°C) AZOT gazı ile yapılan paketleme sonrası paketlerdeki O₂ konsantrasyonu



b) Hasat sonrası MAM depolarında (10, 20 ve 30°C) NORMAL atmosferde yapılan paketleme sonrası paketlerdeki O₂ konsantrasyonu



c) MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 9 ay depolama sonrası işlenmiş ürünler (20°C)



d) MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 12 ay depolama sonrası işlenmiş ürünler (20°C)

Şekil 3.8. Kavrulmuş tuzlu yerfıstığının NORMAL ve AZOTLU paketleri içindeki oksijen düzeyi

Nem içeriği ve Su aktivitesi Ölçümleri

Yerfıstıklarının başlangıç nem düzeylerine bağlı olarak %2.6 oranında tuz ile 180°C'de 20 dakika kavurma işlemi sonrasında nem içerikleri %1.02-1.49 arasında değişim göstermiştir (Tablo 3.7). Ancak kavurma işleminin farklı dönemlerde yapılması, ayrıca başlangıç nem içeriklerinin farklı olması nedeni ile son ürünün nem içerikleri aynı düzeyde olamamıştır. Kavrulmuş ürünün nem içeriği/su aktivitesi, ürünün acılaşması, dolayısı ile raf ömrü açısından önemli parametrelerden biridir. Bu nedenle raf ömrü değerlendirmelerinde bu kritere dikkat edilerek değerlendirme yapılması gerekmektedir. Projemizde, kavrulmuş yerfıstıkları için nem içeriğinin, Lustre ve ark.'nın 2007 yılında yayınladığı "güvenli nem aralığı" olan %1.1-2.2 değerleri arasında olmasına dikkat edilmiştir.

Tablo 3.7. Farklı dönemlerde aynı koşullarda kavrulan yerfıstıklarının işlem öncesi ve sonrası nem içerikleri (g su/100 g)

Örnekleme Dönemi	NEM İÇERİĞİ (g su/100 g)			
	Kabuksuz - <%65 BN-10°C (MAM)		Kabuklu KontROLSÜZ Depo (LOKAL)	
	Kavurma Öncesi	Kavurma Sonrası	Kavurma Öncesi	Kavurma Sonrası
Hasat Sonrası	4.91	1.41	4.91	1.41
9 ay sonra	5.87	1.07	5.78	1.02
12 ay sonra	5.10	1.49	4.56	1.00

Kavrulmuş yerfıstıklarının nem içeriğinin, bariyer özellikleri yüksek ambalaj malzemesi ile paketlenildiğinden depolama süresince değişimi beklenmemiştir. Ancak, daha önce bahsedilen nedenlere bağlı olarak bazı paketlerde sızıntı problemi yaşandığından nem içerikleri ve su aktiviteleri ile ilgili genel değerlendirme yapılamamıştır. Kavrulmuş fıstıklarda su aktivitesindeki değişim, ambalajlardaki sızdırma sorununa, hidrolitik acılaşma ve oto-oksidasyon reaksiyonlarına bağlı olarak gerçekleşmiş olabilir.

Hasattan hemen sonra, MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 9 ay ve 12 ay depolama sonrası kavrulan yerfıstıklarının nem içerikleri ve su aktivitelerinin depolama süresince değişimi Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'da verilmiştir.

Hasattan sonra kavrulan ürünlerin raf ömrü boyunca nem içerikleri ve su aktivite değerleri Şekil 3.11'de verilmiştir. Bu ürünlerin azot gazı ile dolum yapılan paketlerinde sızdırma sorunu yaşanmamış ve örneklemelerde tüm ürünlerin nem içerikleri %1.0-1.7 arasında değişim göstermiştir. Nem içerikleri ilk 6 aylık sürede paket içerisindeki oksijen içeriği ile

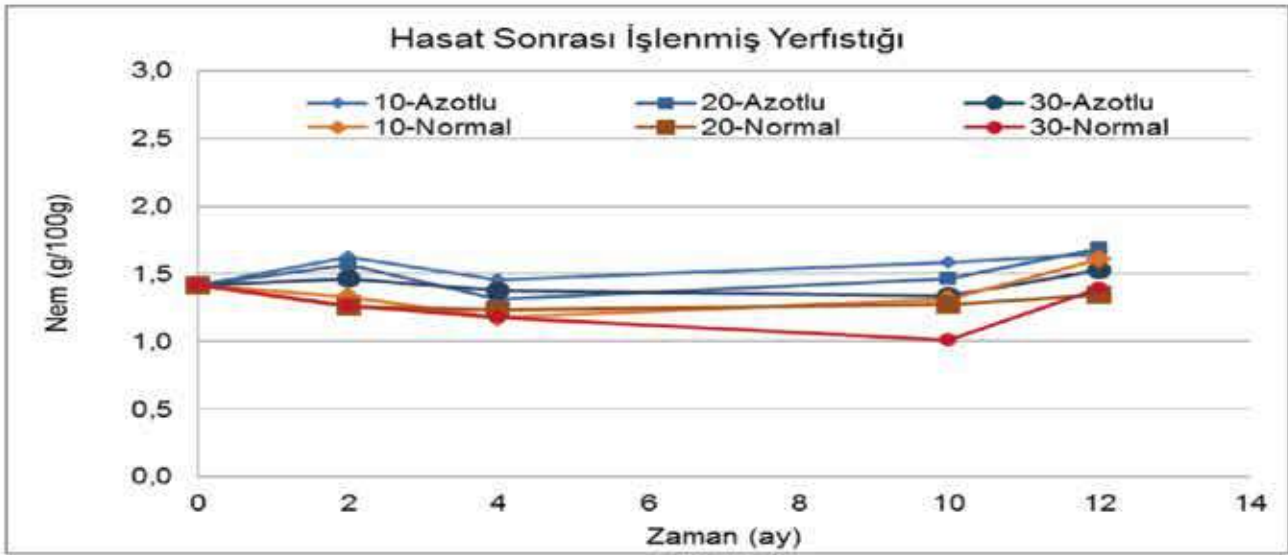
paralel olarak özellikle normal paketli ürünlerde ve 30°C'de azalma göstermiş, aynı süre içerisinde su aktivitelerinde de artış kaydedilmiştir. Sonraki dönemlerde, paket içerisine dışarıdan hava sızıntısı olsa da nem değerleri güvenli depolama nem içeriği aralığında düşük düzeyde değişim göstermiştir.

MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 9 ay depolama sonrası işlenen ürünlerin raf ömrü boyunca nem içerikleri Şekil 3.9.b'de ve su aktivite değerleri Şekil 3.10.b'de verilmiştir. Bu ürünlerin azot gazı ile dolum yapılan paketlerinde sızdırma sorunu yaşanmamış ve örneklemelerde tüm ürünlerin nem içerikleri %1.0-1.5 arasında değişim göstermiştir. Ürünlerin su aktiviteleri tüm ürünler için 2 ay sonrasında 0.24'den 0.33'ün üzerine çıkmış, daha sonra 6 ayın sonunda AZOT gazı ile paketlenen ürünler için 0.18'e, NORMAL paketliler için 0.15-0.14'e düşmüştür.

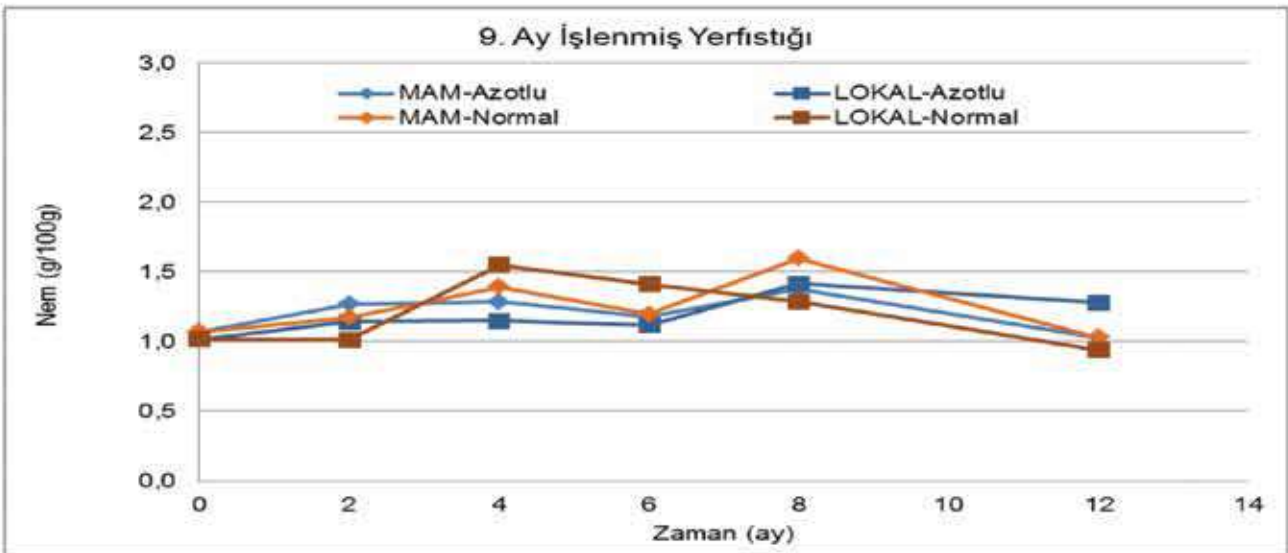
MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 12 ay depolama sonrası işlenen ürünlerin raf ömrü boyunca nem içerikleri Şekil 3.9.c'de ve su aktivite değerleri Şekil 3.10.c'de verilmiştir. Ürünlerin paketlerinde 10 ay içerisinde sızdırma sorunu olduğundan, sadece sızdırma sorunu olmayan seçilmiş paketlerdeki nem içeriği için değerlendirme yapıldığında 10. ay sonunda AZOT gazı ile paketlenen ürünlerin nem içeriğinin değişmediği ancak NORMAL paketlilerin nem içeriklerinin azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 3.8). Ürünlerin su aktiviteleri ise ilk 2 ay içerisinde 0.2'den MAM ve LOKAL depoda bekletilen ürünler için sırası ile 0.15 ve 0.13'e düşmüştür. Bu da acılaşma süresince oto-oksidasyon ve hidrolitik reaksiyonların birlikte meydana geldiğini göstermektedir.

Tablo 3.8. MAM (~10°C) ve LOKAL (kontROLSÜZ) koşullarda 12 ay depolama sonrası işlenen ürünlerin 10 aylık raf ömrü sonunda nem içerikleri (g su/100 g)

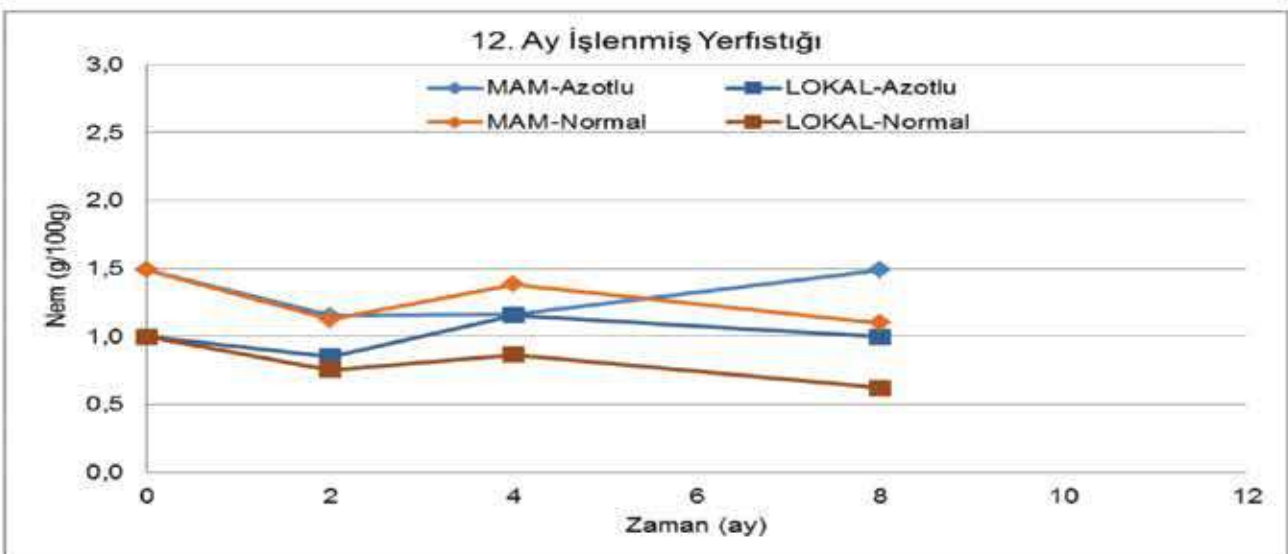
	0. ay	10. ay
MAM-Azotlu	1.49	1.49
MAM-Normal	1.49	1.10
LOKAL-Azotlu	1.00	1.00
LOKAL-Normal	1.00	0.62



a) Hasat sonrası MAM depolarında (10, 20 ve 30°C)

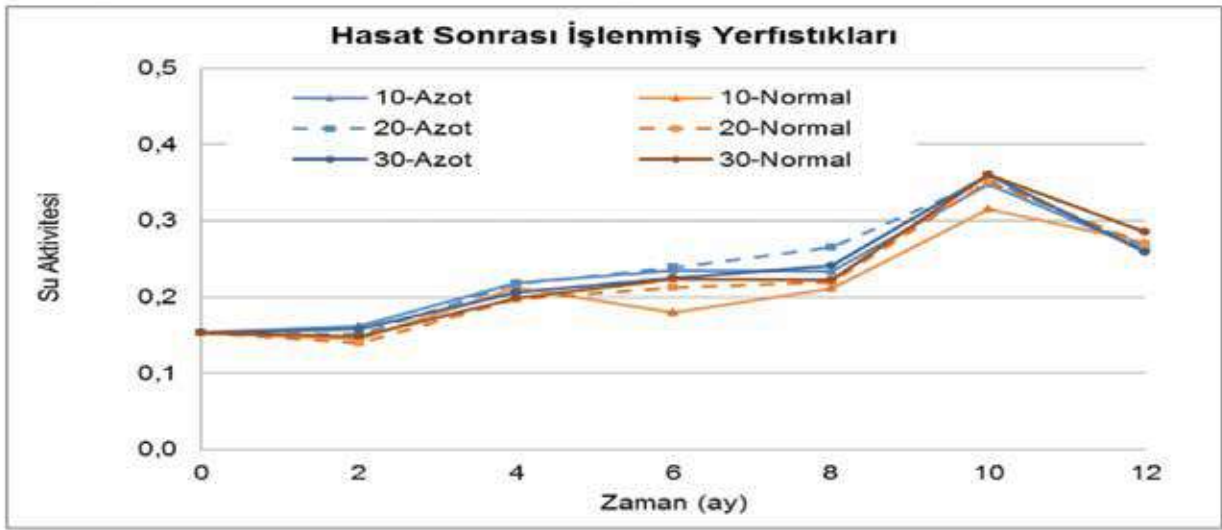


b) Hasattan 9 ay sonra kontrollü (MAM, 20°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında

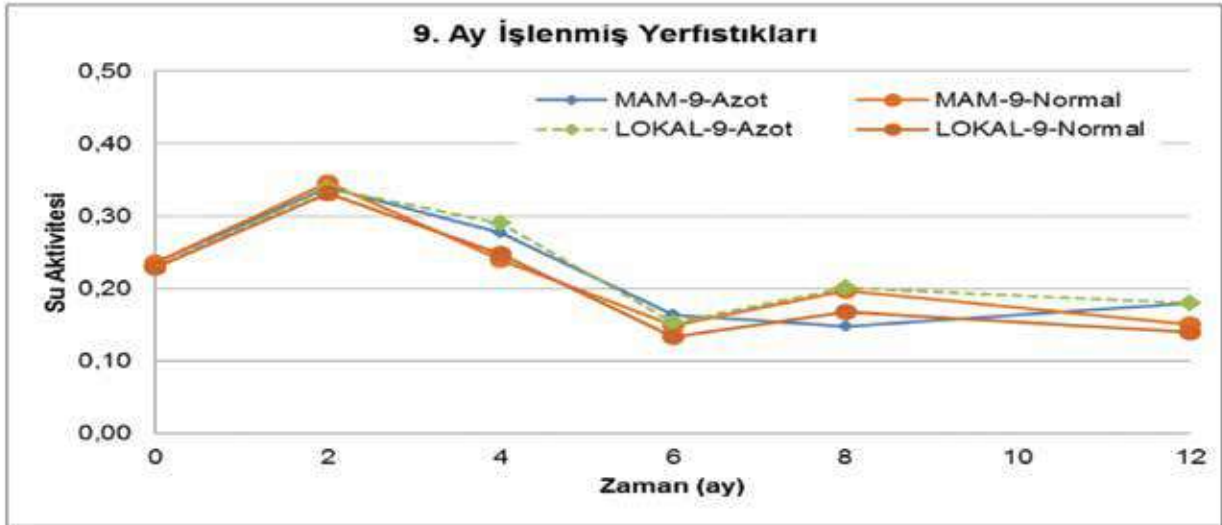


c) Hasattan 12 ay sonra kontrollü (MAM, 20°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında

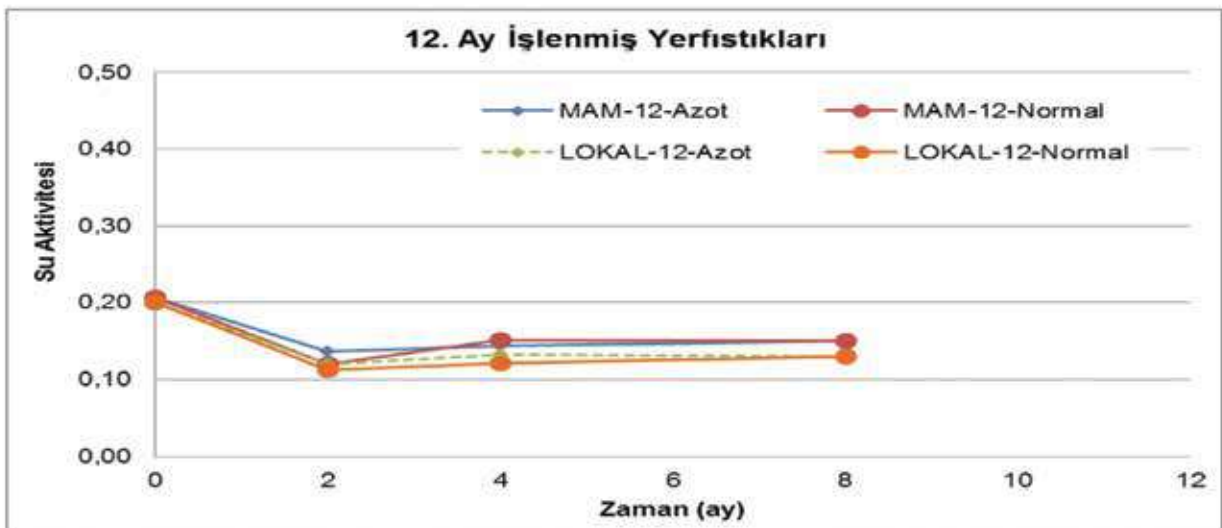
Şekil 3.9. Farklı muhafaza koşullarında depolanan kavrulmuş tuzlu fıstıklarının depolama süresince nem içerikleri



a) Hasat sonrası MAM depolarında (10, 20 ve 30°C)



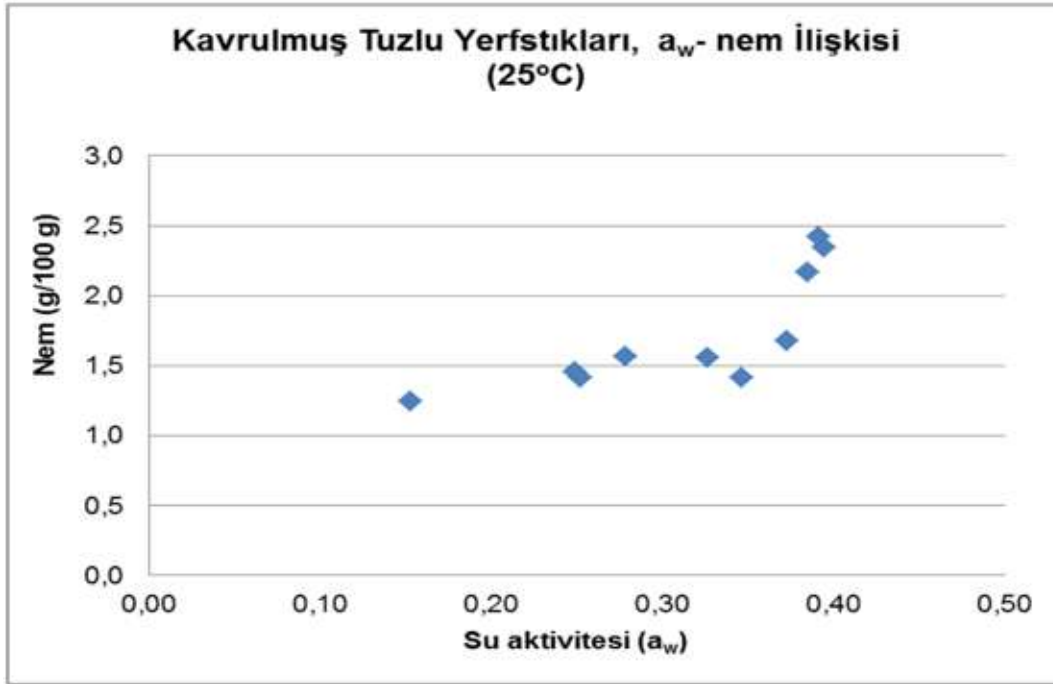
b) Hasattan 9 ay sonra kontrollü (MAM, 20°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında



c) Hasattan 12 ay sonra kontrollü (MAM, 20°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında

Şekil 3.10. Farklı muhafaza koşullarında depolanan kavrulmuş tuzlu fıstıklarının depolama süresince su aktivitesi değerleri

Kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının depolama süresince tespit edilen su aktiviteleri ve nem (g su/ 100 g) oranları Şekil 3.11'de verilmiş olup, kavrulmuş fıstıkların 0,3'ün üzerindeki su aktivitesi düzeyinde daha fazla nem oranına sahip oldukları ve gevrekliğinin kaybetme sınırı olarak bilinen tehlikeli nem içeriği değerini (%2.2) geçtiği görülmektedir. Dolayısı ile kavurma aşamasından sonra kavrulmuş fıstıkların nemi alınmış kuru hava ile hızla soğutulması ve nem almasına fırsat vermeden bariyer özellikleri yüksek ambalaj malzemesi ile paketlenmesi gerekmektedir.



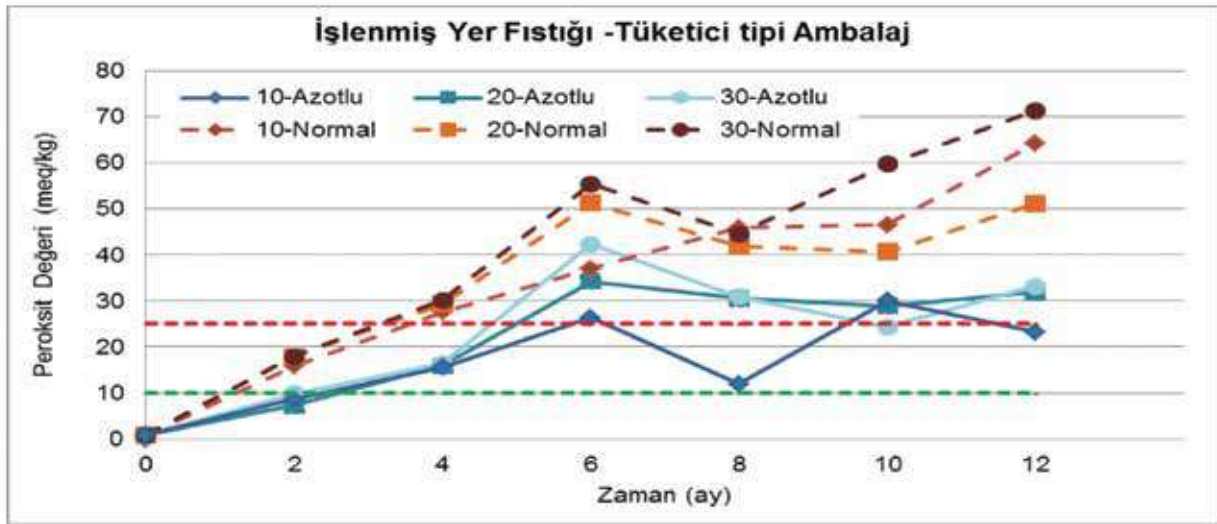
Şekil 3.11. Kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının depolama süresince farklı su aktivitelerindeki nem (g su/ 100 g) oranları

Peroksit Değeri, Serbest Yağ Asitliği, para-Anisidin Değeri ve Hekzanal Ölçümleri

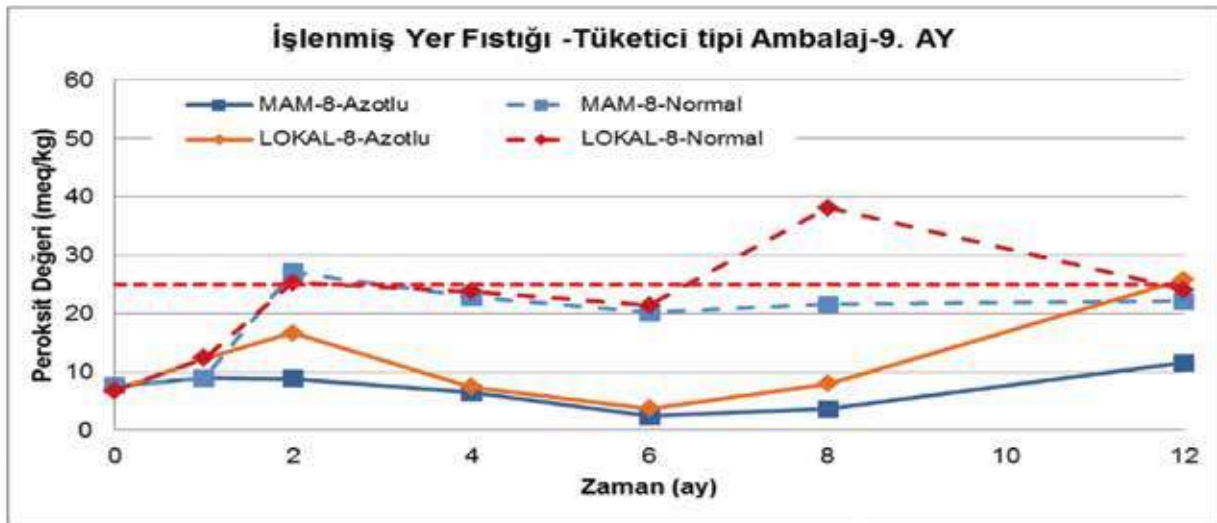
Hasat sonrası, tuzlanıp (%2.6) kavrulduktan (180°C, 20 dak) sonra MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek 10, 20 ve 30°C sıcaklıklarda muhafaza edilen ve farklı depolama aşamalarında örnekleme yapılan yerfıstıklarının peroksit değeri, serbest yağ asitliği ve p-anisidin değerleri sırası ile Şekil 3.12, 3.13 ve 3.14'te verilmiştir. MAM ve LOKAL depolarda muhafaza edilen ürünler **hasattan 9 ay ve 12 ay sonra** kavrulmuş ve MAP (>%99 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek 20°C'de muhafaza edilmiştir. Bu ürünlerin peroksit, serbest yağ asitliği ve p-anisidin değerleri sırası ile Şekil 3.12.b,c, 13.b,c ve 14.b,c'de verilmiştir.

TS 13232 nolu işlenmiş yer fıstığı standardında peroksit sayısı limiti en çok 10 milieşdeğer g/kg olarak verilmiş olsa da, 10 milieşdeğer g/kg peroksit değerinde yerfıstıklarında acı tat hissedilmemektedir. Literatürde kabul edilebilir PV sınırı genellikle 20-30 meş/kg olarak alınmaktadır (St. Angelo ve ark., 1996). Evranuz (2000) yerfıstığının acılaşması ile ilgili yaptığı çalışmada 25 meş/kg değerini acılaşmanın hissedildiği peroksit değeri olarak kabul etmiştir. Peroksit sayısının sınır değeri 10 meş g/kg olarak alındığında kavrulmuş fıstıklar normal paketlerde 1 ay içerisinde, azot ile paketlenmiş (yaklaşık %97 Azot) ürünler ise 2 ay sonra bu değere ulaşmaktadır (Şekil 3.12.a yeşil çizgi). Ancak, Evranuz (2000)'un varsayımı ile sınır değer 25 meş/kg olarak kabul edildiğinde (Şekil 3.12.a kırmızı çizgi) normal paketlerde 2 ay içerisinde, MAP yöntemi ile AZOT gazı ile paketlenmiş ve 20, 30°C'de muhafaza edilen ürünler 4-5 ay sonra, AZOT gazı ile ~10°C'de muhafaza edilen ürünler ise 6 ayda bu değere ulaşmaktadır. Bu aşamada, paketlerde yaşanan sızdırma sorununa bağlı olarak, paket içerisindeki oksijen oranı paket açılmadan önce yaklaşık %5 olarak ölçülmüştür. Örnekleme döneminin sonunda düşük oksijen oranına sahip, sızdırma problemi olmayan paketlerde örnekleme yapılmış ve paket içerisindeki oksijen oranının %1'in altında olması durumunda bu sürenin ~10 ve 20°C'de depolama koşullarında 12 aya kadar uzatılabildiği tespit edilmiştir.

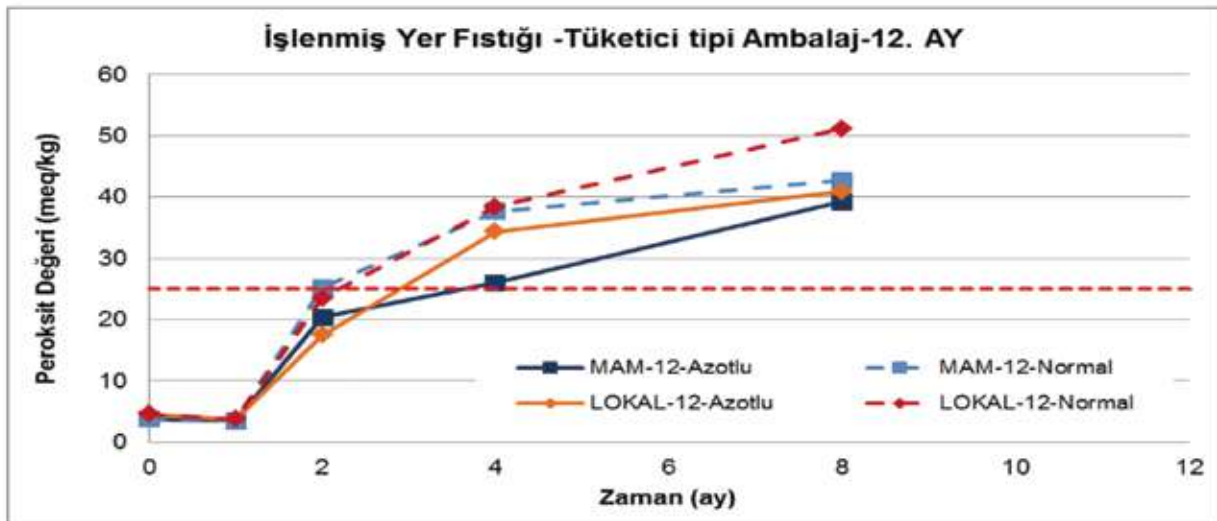
Diğer taraftan Şekil 3.15'te hasat sonrası MAM depolarında (~10, 20 ve 30°C) MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının hekzanal değerleri (a-6 aylık dönem, b-12 aylık dönem) verilmiştir. Hekzanal değerlerindeki artış oto-oksidasyonun düzeyi hakkındaki durumu daha net ortaya koymaktadır. İlk 6 ay NORMAL atmosfer koşullarında paketlenen tüm ürünlerin (10, 20 ve 30°C) ve AZOT gazı ile paketlenen ve 30°C'de bekletilen ürünlerin hekzanal değerleri 200 µg/kg'a ulaşmış, 6 ayın sonunda bu ürünlerin hekzanal değerlerinde hızlı artış kaydedilmiştir. AZOT gazı ile paketlenen ve 10-20°C'de bekletilen ürünlerin hekzanal değerleri ise ilk 6 ayda 100µg/kg'ın altında kalmıştır. Ürünler gerek peroksit değeri gerekse hekzanal değeri açısından, 12 ay sonunda, AZOT gazı ile paketlenme (>%97) ve 10-20°C'de depolama koşullarında en iyi şekilde muhafaza edilmişlerdir. Ancak 30°C'de depolama koşullarında üründeki acılaşma 6 ay sonrasında hızlanmaktadır. Şunu da göz ardı etmemek gerekir ki; örneklemeler sırasında 6 ay sonrasında 25 meş/kg peroksit değerini geçen ürünlerde yapılan tadımlarda ürünlerin hala tüketilebilir lezzette olduğu gözlenmiştir. Bu durum Türkiye'deki tüketicilerin acılaşmış yerfıstığı tadına alışık olduğunu göstermektedir.



a) Hasat sonrası kavrulan ve pakatlendikten sonra MAM depolarında (10, 20 ve 30°C) muhafaza edilen ürünler

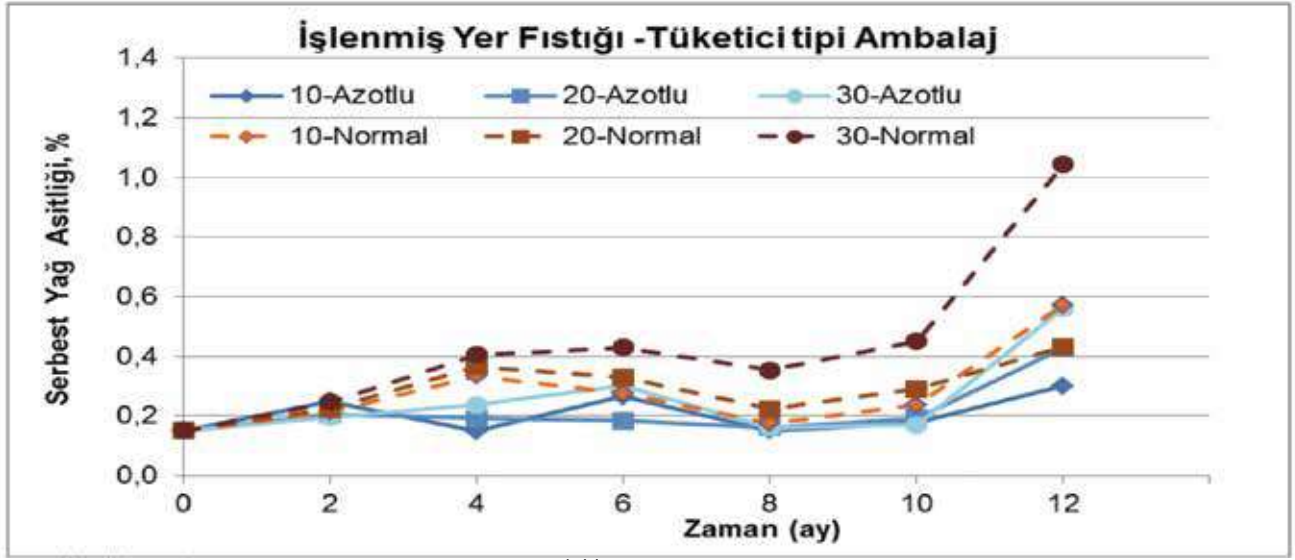


b) Kontrollü (MAM, ~10°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında 9 ay depolandıktan sonra kavrulan ve pakatlendikten sonra MAM deposunda (10, 20 ve 30°C) muhafaza edilen ürünler

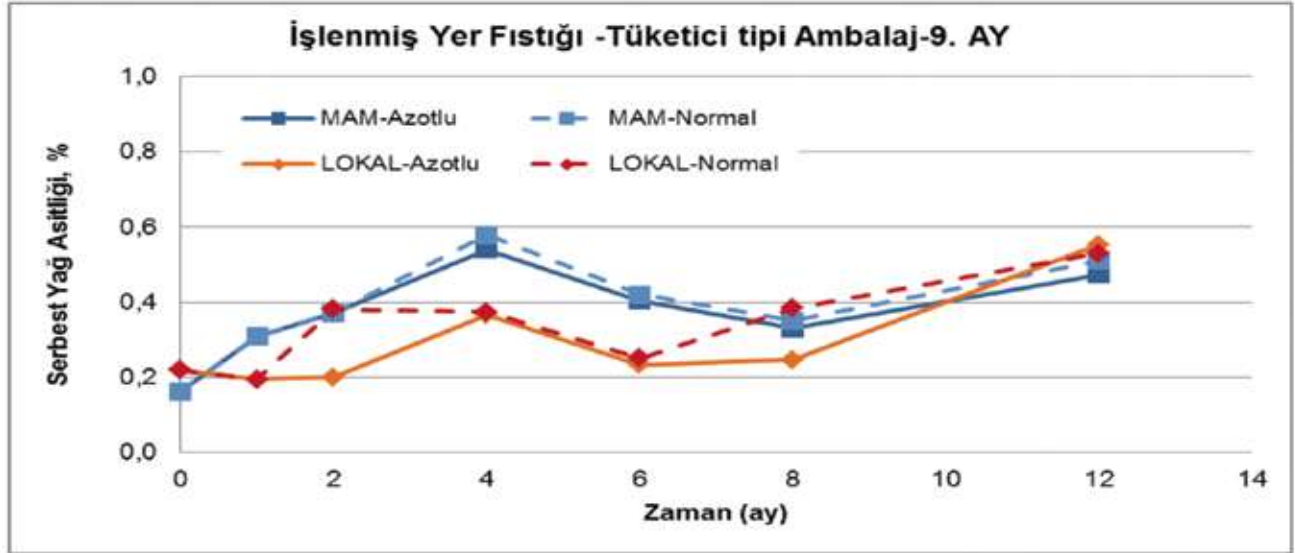


c) Kontrollü (MAM, ~10°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında 12 ay depolandıktan sonra kavrulan ve pakatlendikten sonra MAM deposunda (10, 20 ve 30°C) muhafaza edilen ürünler

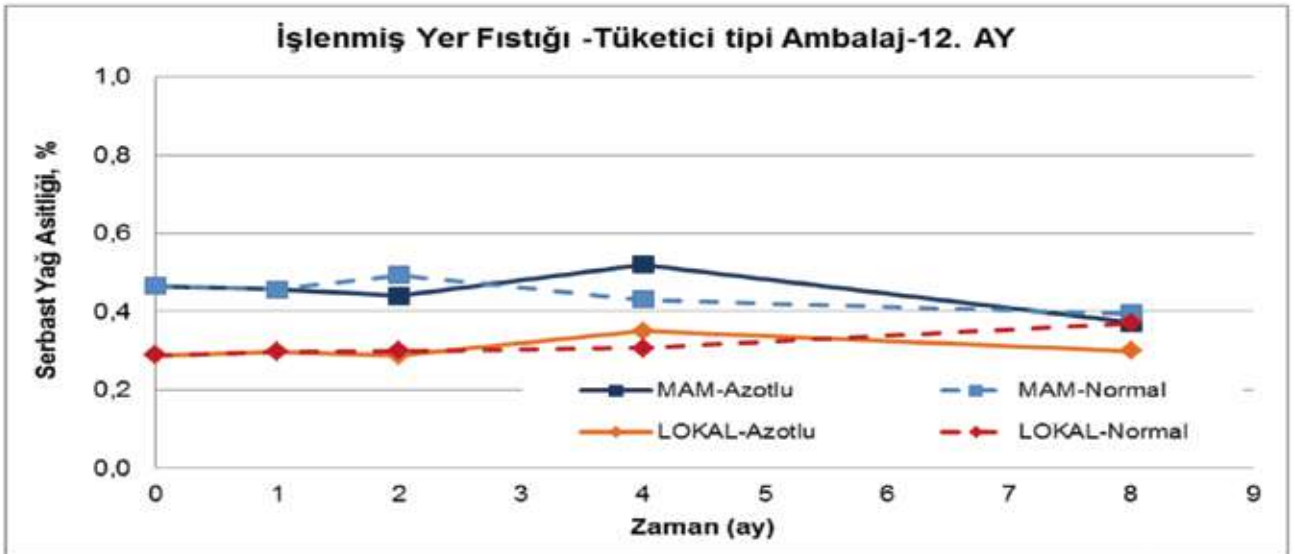
Şekil 3.12. Farklı muhafaza koşullarında ve sürelerinde depolandıktan sonra tuzlanıp kavrulan ve MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosferde paketlenen yerfıstıklarının peroksit değerleri (PV)



a) Hasat sonrası

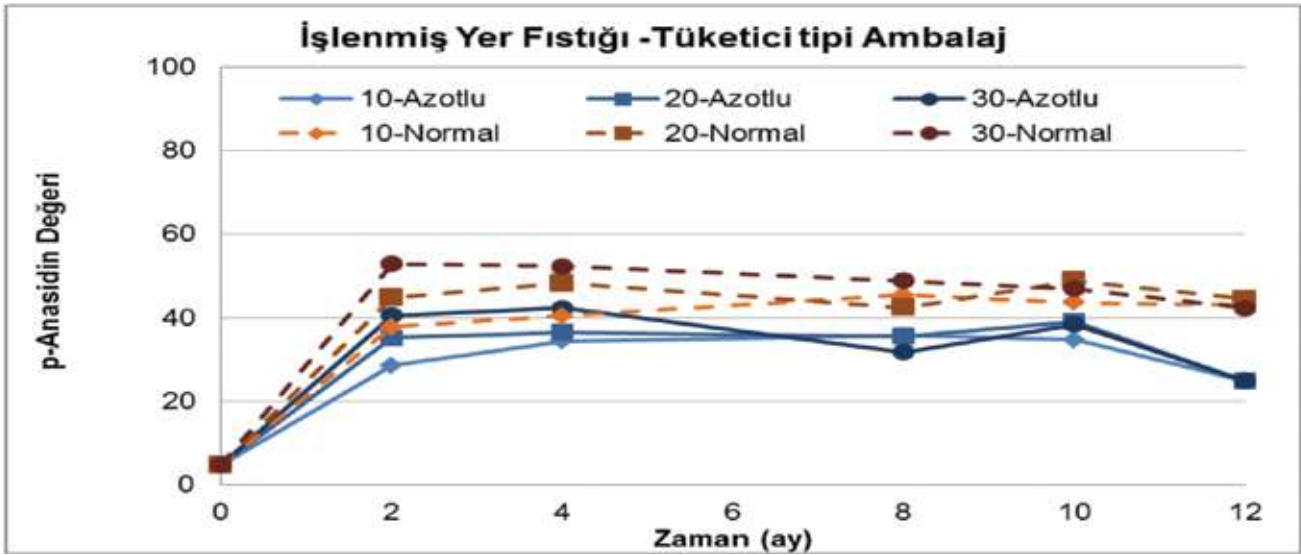


b) Hasattan 9 ay sonra

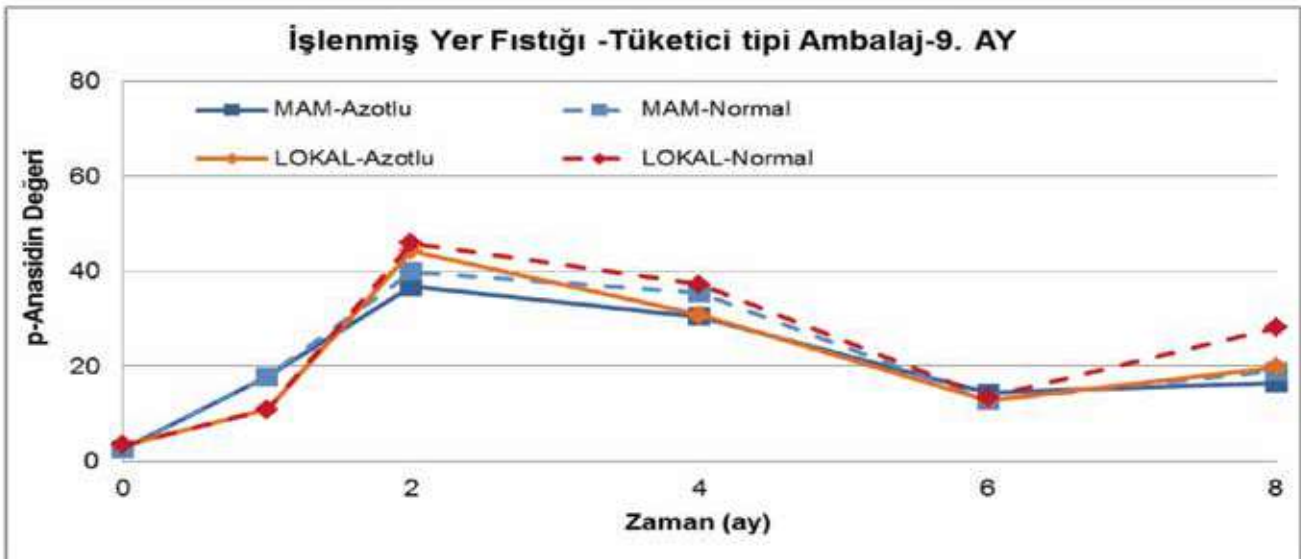


c) Hasattan 12 ay sonra

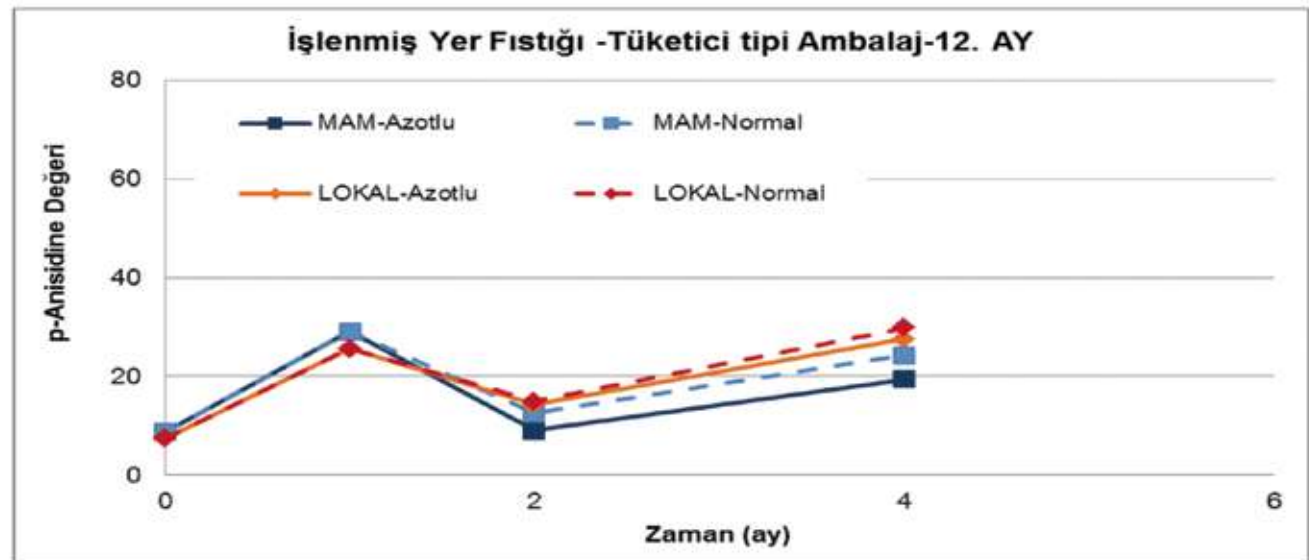
Şekil 3.13. Farklı muhafaza koşullarında ve sürelerinde depolandıktan sonra tuzlanıp kavrulan ve MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosferde paketlenen yerfıstıklarının serbest yağ asitliği değerleri (SYA)



a) Hasat sonrası



b) Hasattan 9 ay sonra



c) Hasattan 12 ay sonra

Şekil 3.14. Farklı muhafaza koşullarında ve sürelerinde depolandıktan sonra tuzlanıp kavruşan ve MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosferde paketlenen yerfıstıklarının para anisidin değeri (p-AV)

Hasattan sonra farklı depo ortamlarında ($\sim 10^{\circ}\text{C}$, $< 65\%$ BN ve kontrolsüz ortam) bekletildikten sonra kavrulup, MAP ($> 97\%$ azot gazı) ve normal atmosferde paketlenmiş tuzlu yerfıstıklarının para anisidin değerleri (p-AV) Şekil 3.14'te verilmiş olup, **p-AV değerleri** hasat sonrası ve hasattan 9 ay sonraki uygulamalarda ilk 2 ay içerisinde, hasattan 12 ay (bir yıl) sonraki uygulamalarda ise ilk 1 ay içerisinde artış göstermiştir. Devamında yapılan ölçümlerde uygulamalar arası önemli düzeyde farklılık tespit edilmediğinden p-AV ölçümlerine devam edilmemesine karar verilmiştir.

Kavrulmuş yerfıstıklarının hasat sonrası, 9 ay ve 12 ay sonra kavurma işlemlerinden sonra depolama süresince **serbest yağ asitliği değişim** grafikleri sırası ile Şekil 3.13.a,b ve c'de verilmiştir. Serbest yağ asitliği artışı ağırlıklı olarak enzimatik ve hidrolitik reaksiyonlar sonucu arttığından ve 20 dakikalık kavurma işlemi sırasındaki yüksek sıcaklık (180°C) nedeni ile enzimler etkisiz hale geldiğinden serbest yağ asiti değerlerinde önemli bir artış gözlenmemiştir, tüm koşullarda sınır değer olan 1% 'in altında değişim olmuştur. Sadece, 30°C 'de normal atmosfer koşullarındaki paketlerde muhafaza edilen yerfıstıklarında 12 ay sonra serbest yağ asitliği 1% değerini geçmiştir.

Sızıntı problemi yaşanmayan yerfıstıkları paketlerinde 15 aylık depolama sonrasında bile duyu test sonucunda tatlarında herhangi bir acılaşma, kartonumsu, makine yağına benzer ransit tat tespit edilmemiştir (Tablo 3.9). Azotlu ortamda **20°C 'de depolanan** ve oksijen tespit edilmeyen bir paketten yapılan analizlerde peroksit değeri 6.78 meş/kg, hekzanal değeri ise 661 $\mu\text{g/kg}$ olarak tespit edilmiştir. Aynı pakette yapılan duyu test sonucunda **15 ay sonrasında bile** fıstık kokusu ve tadı hissedilmiş, ürünler gevrekliğini kaybetmemiş, okside tat ve acılaşma hissedilmemiştir. Sızıntı olan 10°C 'deki paketlerde acılaşma hissedilmiştir, 30°C 'deki ürünler ise sızdırma problemi olmadığı halde tüketilemeyecek durumdadır.

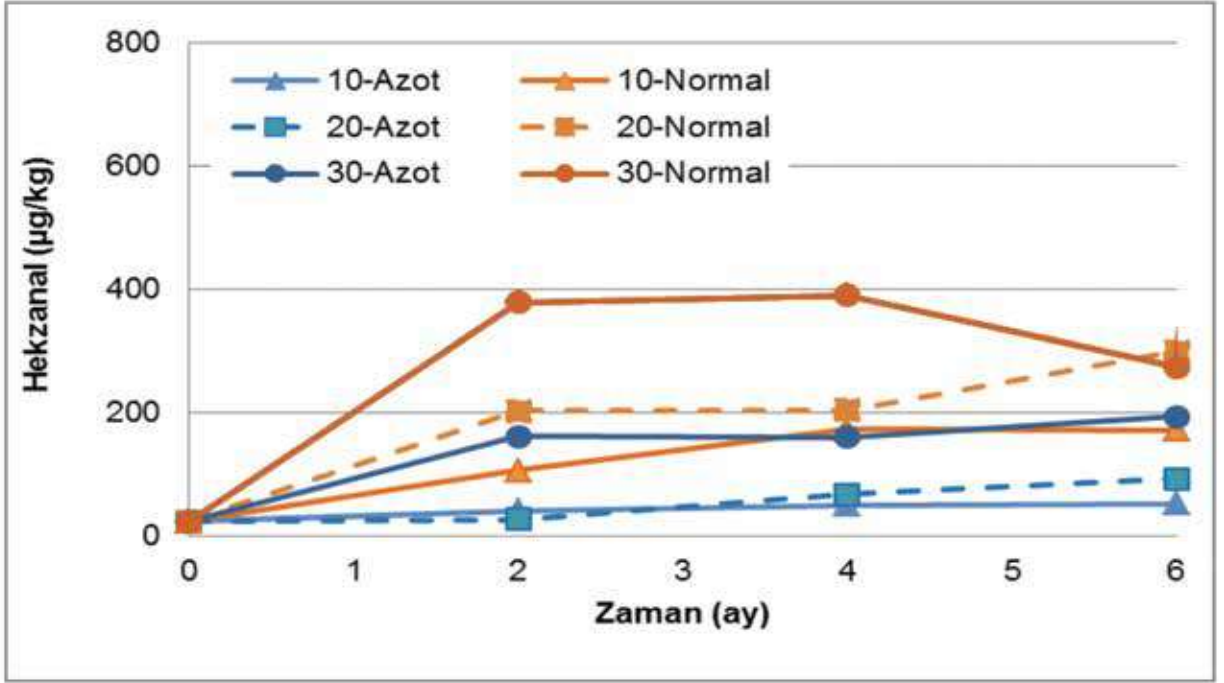
Tablo 3.9. 15 ay depolama sürecinden sonra paket bazında teste tabi tutulan yerfıstıklarının özellikleri

Depolama Koşulu	O ₂ %	PV (meş/kg)	SYA %	p-An	Hexanal ($\mu\text{g/kg}$)	Duyusal Durum
$\sim 10^{\circ}\text{C}$ -Azotlu	20.5	53.59	0.37	22.45	2453	Bayat tat, doku yumuşaması var, okside tat ve acılaşma var, tüketilemez durumda.
$\sim 10^{\circ}\text{C}$ -Normal	20.5	65.72	0.39	36.89	7629	Bayat tat, doku yumuşaması var, okside tat ve acılaşma var, tüketilemez durumda.
20°C-Azotlu	0	6.78	0.17	15.52	661	Fıstık kokusu hissediliyor, ağız dokusu çok iyi, dokuda yumuşama yok. Fıstık tadı algılanıyor, okside tat ve acılaşma yok.
20°C -Normal	19.9	69.36	0.62	46.51	12168	Bayat tadı, doku yumuşaması var, okside tat ve acılaşma var, tüketilemez durumda.
30°C -Normal	0	16.28	0.22	34.27	618	Çok fazla beklemiş polimerleşmeye başlamış bitkisel yağ kokusu var. Fıstıklar yağı dışarı vermiş. Fıstık renklerinde koyulaşma var, tüketilemez durumda.

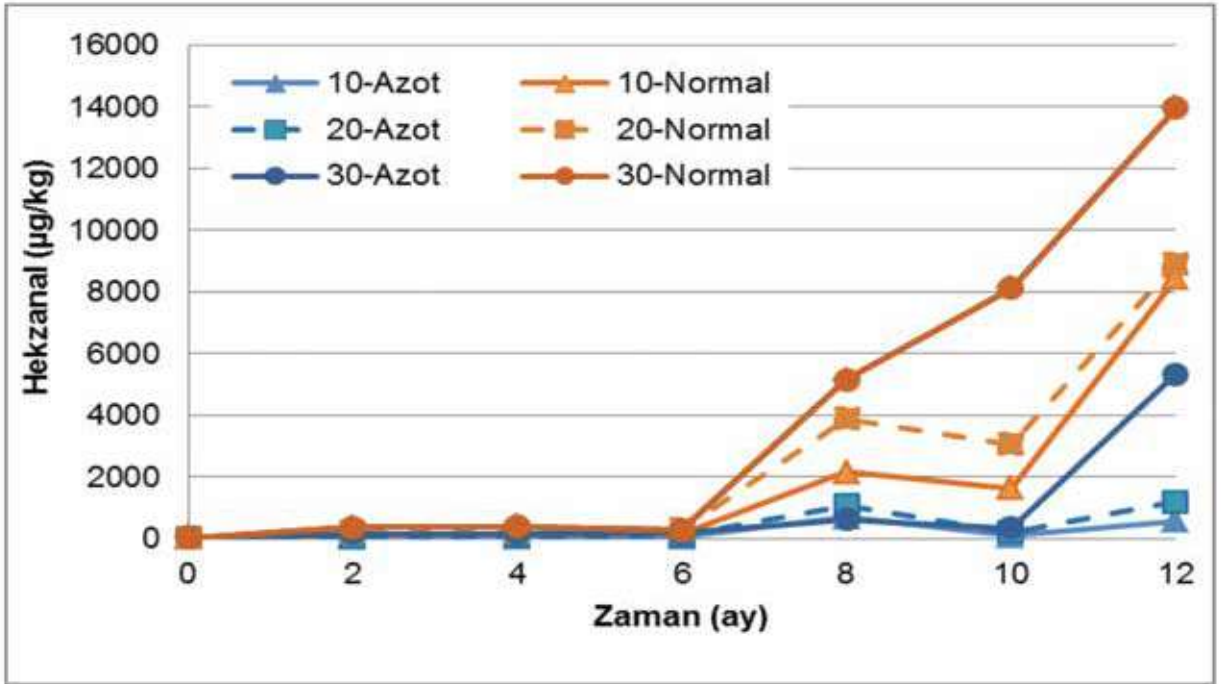
MAM ve LOKAL depolarındaki fıstıklardan 8 ay sonra peroksit değerlerindeki artış hızlanmış ve henüz işlenmemiş ürünlerde peroksit değeri sırası ile 2.64 ve 6.80 meş/kg olarak kaydedilmiştir. Başlangıç peroksit değerleri hasat dönemi fıstıklarının peroksit değerine (0.86 meş/kg) kıyasla oldukça yüksek olup, LOKAL depoda muhafaza edilen ürünlerin peroksit değerleri CODEX (1994)'e göre belirlenmiş olan 5 meş/kg sınır değerini geçmiştir. Yerfıstıkları işleme yapılacak fabrikanın tadilatla olması nedeni ile ancak 9. ayda tuzlanıp kavrulmuş ve peroksit değerleri kavurma sonrasında sırası ile 7.62 ve 6.80 meş/kg olarak kaydedilmiştir. Ürünler MAP ($> 99\%$ azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenmiş ve 20°C 'de depolanmıştır. Peroksit değeri, normal atmosferde paketlenen ürünlerde **ilk 2 ay** içerisinde hızla artış göstermiş ve 25 meş/kg değerinin üzerine çıkmıştır. Buna paralel olarak normal atmosfer koşullarında paketlenen ürün paketlerinin içerisindeki oksijen düzeyi Şekil 3.8.c'de görüleceği üzere ilk 2 ay içerisinde 21% 'den 5% 'in altına düşmüştür. Bu durum oto-oksidasyonun hızla ilerlediğini göstermektedir.

LOKAL depoda kontrolsüz koşullarda kabuklu olarak bekletilen ve kavurma sonrası AZOT gazı (>%99) altında paketlenen ürünlerin peroksit değeri 1 ay içerisinde 12.37 meş/kg'a ulaşırken, MAM deposunda ~10°C'de muhafaza edilen iç fıstıkların kavurma sonrası AZOT gazı (>%99) ile paketlenen örneklerinde peroksit değeri 12 ay sonrasında 11.53 meş/kg'a ulaşmıştır (Şekil 3.12.b). Hasattan 9 ay sonra MAP (>%99 azot gazı) ile paketlenen ürünlerde ise peroksit artışı daha az olmuştur. MAM (~10°C) depo ve LOKAL (kontrolsüz) depo koşullarında bekletilmiş ve kavrulduktan sonra azot gazı (>%99) ile paketlenmiş ürünlerin 20°C'de 12 ay bekletme sonrasında peroksit değerleri sırası ile 11.53 meş/kg ve 25.77 meş/kg olarak tespit edilmiştir. Raf ömrünün belirlenmesi açısından 10 meş/kg sınır değer olarak alındığında kontrolsüz (LOKAL) depoda 9 ay bekletilen ürünlerin kavrulup azot gazı ile paketlenmekten 1 ay sonra raf ömrü dolmuş görünmektedir. Ancak bu ürünlerde acılaşıp tat tespit edilmemiştir. Acılaşma sınırı olan 25 meş/kg PV değeri sınır değer olarak alındığında ise kontrolsüz depo koşulunda (LOKAL) bekletilen ve azot gazı ile paketlenen ürünlerin raf ömürleri 11. ayda dolmaktadır. Bu durum, ürünün kabuklu olarak kontrolsüz depo yerine kabuksuz da olsa 10°C'de hasattan sonra 9 ay boyunca daha iyi muhafaza edildiğini göstermektedir.

Şekil 3.16.a'da hasat sonrası MAM deposunda (~10°C) ve LOKAL (Kontrolsüz) depo koşullarında 9 ay muhafaza edildikten sonra tuzlanıp kavrulan ve MAP (>%99 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen yerfıstıklarının depolama süresince hekzanal değerleri verilmiştir. Hekzanal değerleri normal atmosferde paketlenen ürünlerde daha fazla artış göstermiş ve 2. ayın sonunda MAM deposunda muhafaza edilen ürünlerin hekzanal değerleri 740µg/kg ve kontrolsüz LOKAL depoda depolanan ürünlerde 852 µg/kg değerine ulaşmıştır ve yapılan tadım denemesinde acılaşıp tat hissedilmiştir. Azot gazı ile paketlenmiş ürünlerin hekzanal değerleri 2 ay sonrasında MAM (~10°C) ve LOKAL (kontrolsüz) depo koşulları için sırası ile 228µg/kg ve 332µg/kg olarak kaydedilmiştir. Azot gazı ile paketlenmiş ürünler 10 ay sonrasında 695 µg/kg ve 789 µg/kg hekzanal değerlerine ulaşmıştır (Şekil 3.16.a). Dolayısı ile hasattan 9 ay sonra bile ürünler azot gazı altında paketlenildiği takdirde normal paketlenmiş ürünlere kıyasla hekzanal değeri açısından 8 aylık avantaj sağlamıştır.

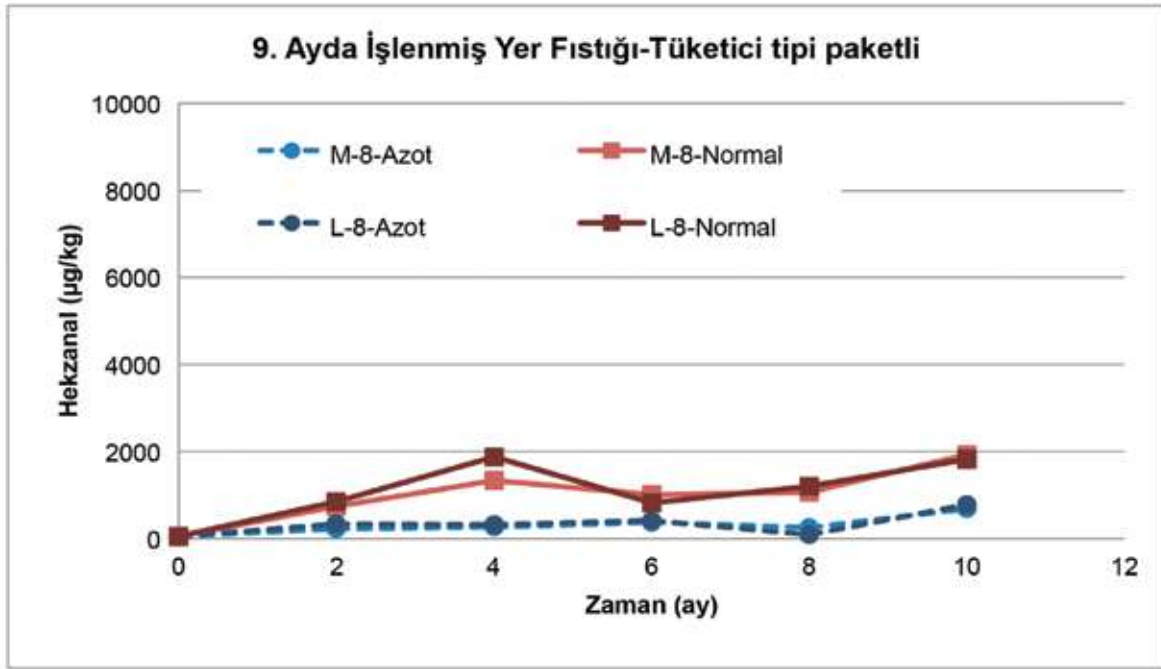


a) 0-6 ay

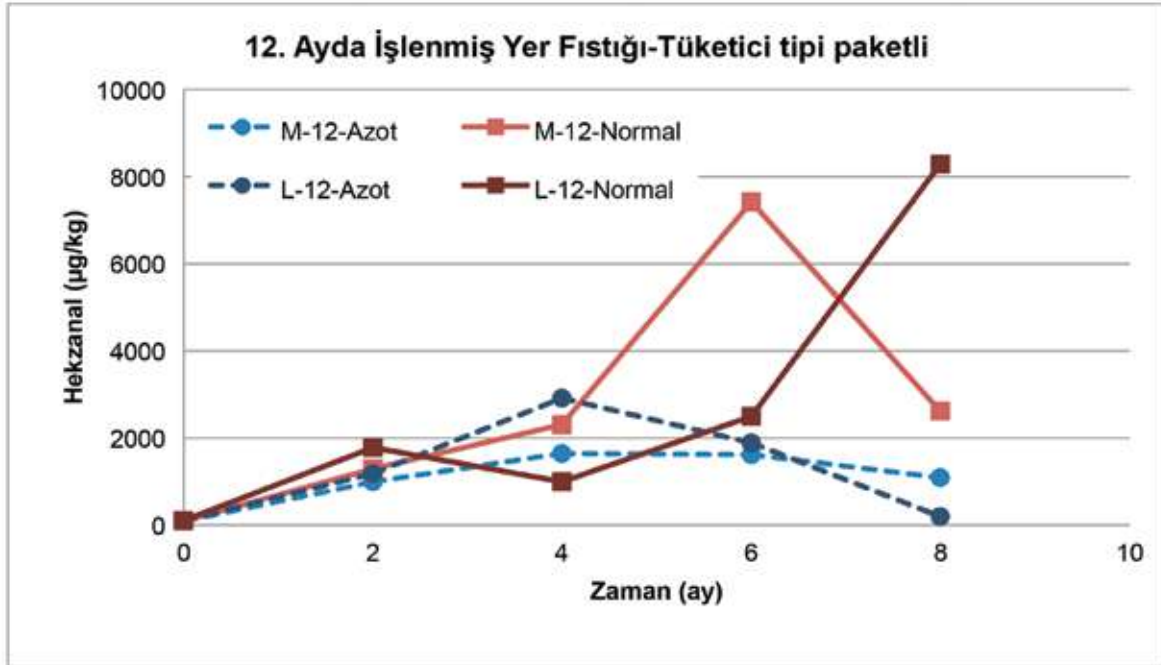


b) 0-12 ay

Şekil 3.15. Hasat sonrası MAM depolarında (10, 20 ve 30°C) MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının hekzanal değerleri (a-6 aylık dönem, b-12 aylık dönem)



a)



b)

Şekil 3.16. Hasattan MAM deposunda ($\sim 10^{\circ}\text{C}$) ve LOKAL (Kontrolsüz) depo koşullarında a) 9 ay ve b) 12 ay muhafaza edildikten sonra tuzlanıp kavrulan ve MAP ($>97\%$ azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen yerfıstıklarının depolama süresince hekzanal değerleri

MAM ve LOKAL depolarındaki fıstıklardan 12 ay sonra kavrularak paketlenen yerfıstıklarının peroksit değerleri kavurma sonrasında sırası ile 3.77 ve 4.60 meş/kg olarak kaydedilmiştir. MAP ($>99\%$ azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile ürünler paketlenmiş ve 20°C 'de depolanmıştır. Başlangıç peroksit değerleri hasat döneminden 9 ay sonra kavrulan fıstıklarının peroksit değerinden (sırası ile 7.62 ve 6.80 meş/kg) daha düşük olmakla birlikte, normal atmosferde paketlenen ürünlerde **ilk 2 ay** içerisinde hızla artış göstermiş ve MAM ve LOKAL depo örnekleri için sırası ile 25.2 ve 23.5 meş/kg değerlerine ulaşmıştır. Azot gazı ($>99\%$) ile paketlenen ürünlerde ise ilk 2 ay içerisinde paketlerde sızıntı problemi yine yaşanmış (95% azot gazı) ve bu ürünlerin de peroksit değeri 20.40 ve 17.43 meş/kg değerine ulaşmıştır (Şekil 3.12 c).

Şekil 3.16 b'de hasat sonrası MAM deposunda (~10°C) ve LOKAL (Kontrolsüz) depo koşullarında 12 ay muhafaza edildikten sonra tuzlanıp kavrulan ve MAP (>%99 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen yerfıstıklarının depolama süresince hekzanal değerleri verilmiştir. Hekzanal değerleri normal atmosferde paketlenen ürünlerde daha fazla artış göstermiş ve 2. ayın sonunda MAM deposunda muhafaza edilen ürünlerin hekzanal değerleri 1284 µg/kg ve kontrolsüz LOKAL depoda depolan ürünlerde 1784 µg/kg değerine, azot gazı altında paketlenen ürünler ise hekzanal değerleri MAM depo örneklerinde 989 µg/kg ve LOKAL depo ürünlerinde 1178 µg/kg'a ulaşmıştır. Bu ürünlerde yapılan tadım denemesinde acılaşıp tat hissedilmiştir.

MAM (~10°C) depo koşullarında kabuksuz ve LOKAL (kontrolsüz) depo koşullarında kabuklu olarak hasattan 12 ay sonra yapılan kavrurma işlemi sonrasında, soğukta muhafazanın raf ömrünü iyileştirme açısından önemli bir etkisi olmamış, peroksit değeri açısından sadece 1 aylık avantaj sağlamıştır.

Sızdırma olmayan paketlerdeki (MAP : >%99 azot gazı) ürünlerde 10 ay sonrasında MAM ve LOKAL depo için sırası ile 1083 ve 169 µg/kg hekzanal değeri tespit edilmiştir. Azotlu paketlerde 10 ay sonrasında hekzanal değeri normal koşullarda paketlenen ürünlere kıyasla (sırası ile 2615 µg/kg ve 8277 µg/kg) daha düşük olmakla birlikte bu ürünlerin tümünün peroksit değerleri 2. aydan sonra hızla artış göstererek 40 meş/kg'ı geçmiştir. Bu durum, ürünün kabuksuz iç fıstık olarak 10°C'de muhafazasının hasattan sonra 12 ay boyunca yeterli olmadığını, kabuklu fıstık olarak kontrolsüz depolama koşullarına kıyasla önemli düzeyde avantaj sağlamadığını ortaya koymaktadır.

MAM deposunda (~10°C) kabuksuz ve LOKAL (Kontrolsüz) depo koşullarında kabuklu olarak muhafaza edilen ham fıstıkların hekzanal değerleri hasattan sonra 23 µg/kg'dan, bir yıl sonunda sırası ile 73 ve 291 µg/kg, ikinci yıl sonunda ise 220 ve 934 µg/kg değerlerine ulaşmıştır. Ham ürünler hasattan sonra 9. ve 12. aylarda tuzlanıp kavrulduktan sonra farklı depolama ve ambalajlama koşullarında bekletilmiş ve depolama süresince hekzanal değerleri kaydedilmiştir (Tablo 3.10). Tablo 3.10'da kontrollü ve kontrolsüz depolama koşullarında depolanmış yer fıstıklarının kavrulduktan sonra ve MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında paketlenerek farklı depolama koşullarında 12 aylık depolama sonrası hekzanal değerleri özetlenmiştir.

MAP (>%99 azot gazı) koşullarında ve düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen ürünlerde hekzanal artışı normal atmosfer koşullarında paketlenen ürünlere kıyasla daha az olmuştur. Hekzanal artışlarından da görüldüğü üzere <%65 BN ve ~10°C (MAM)'de kabuksuz olarak depolanan ürünler kabuklu olarak kontrolsüz koşullarda depolanan ürünlere kıyasla daha iyi muhafaza edilmişlerdir.

Tablo 3. 10. Kontrollü ve kontrolsüz depolama koşullarında depolanmış yer fıstıklarının kavrulduktan sonra ve MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında paketlenerek farklı depolama koşullarında 12 aylık depolama sonrası hekzanal değerleri

İşleme Dönemi	Başlangıç Hekzanal Değeri (µg/kg)	Depolama Sıcaklığı	Hekzanal Değeri (µg/kg)	
			Normal Atmosferde Paketleme	Modifiye Atmosferde Paketleme (>97 Azot gazı)
Hasat Sonrası	23	10°C	4151	567
		20°C	8914	1191
		30°C	13951	5327
Ham Ürün Depolama Koşulu: Kabuksuz, iç fıstık olarak <%65 BN,~10°C (MAM)				
9 ay sonra	49	20°C	1338	265
12 ay sonra	90	20°C	2615*	1083*
Ham Ürün Depolama Koşulu: Kabuklu Kontrolsüz (LOKAL)				
9 ay sonra	57	20°C	1875	330
12 ay sonra	100	20°C	8277*	196*

(*) 8 ay sonra ulaşılan değerler

E Vitamini

Hasat sonrası kavrulup, MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenen 10, 20 ve 30°C'de muhafaza edilen, ayrıca hasattan 9 ve 12 ay sonra kavrulup aynı şekilde paketlenerek 20°C'de muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının E Vitamini (mg/100 g) değerleri sırası ile Şekil 3.17.a, b ve c'de verilmiştir.

Hasat sonrası kavurma işleminde E vitamini içeriği en iyi serin koşullarda (20°C ve aşağısı), azot gazı ile paketlenme işlemi ile korunmuştur (Şekil 3.17.a). E vitamini içeriklerinde ilk 2 ay içerisinde normal paketli ürünlerde depolama sıcaklık artışı ile E vitamini kaybı daha fazla olmuş; 10, 20 ve 30°C'de depolama koşullarında sırası ile %73, %79 ve %81 oranında kayıp gözlenmiştir. Azot gazı ile paketlenme koşullarında bazı paketlerde %10 oranına varan oksijen gazı nedeni ile E vitamini ilk 4 ay içerisinde hızla düşmüştür. Ancak 12 ay sonra düşük oksijen oranına (<%5) sahip paketlerden yapılan örneklemede E vitamini kayıpları 10, 20 ve 30°C'de depolama koşullarında sırası ile %42, %50 ve %69 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, azot gazı kullanılarak düşük sıcaklıkta paketlenme, ürünleri sadece oksidatif acılaşmaya karşı korumamış, aynı zamanda E vitamini kaybını da minimize ederek, vitamin içeriğinin daha iyi korunmasını sağlamıştır.

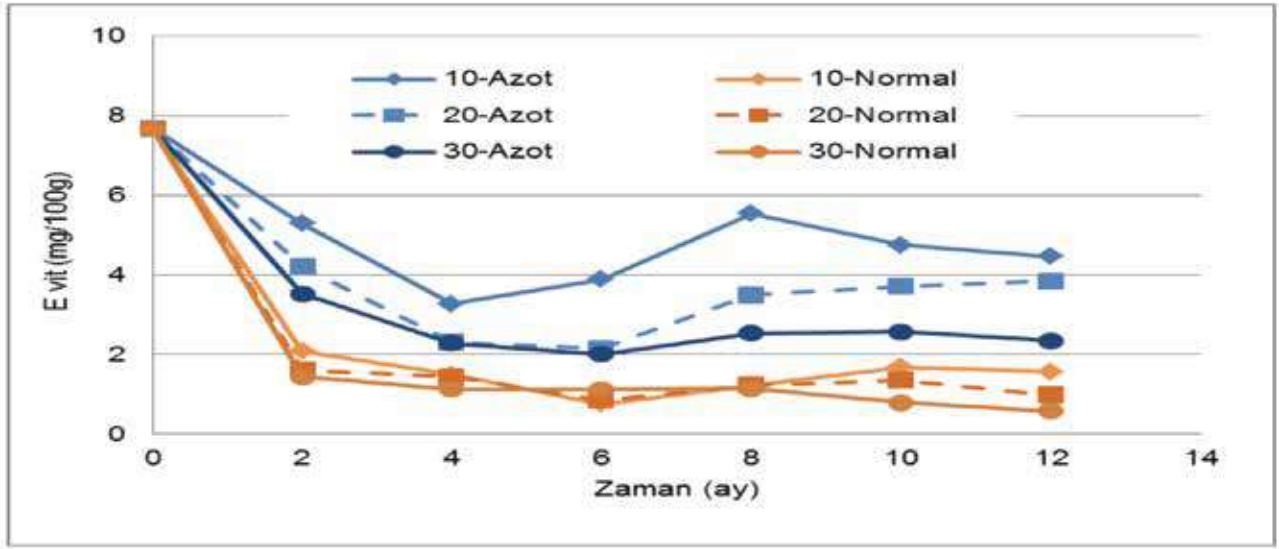
Hasattan 9 ay sonra yapılan kavurma işleminden sonraki raf ömrü süresince E vitamini en iyi serin ortamda (MAM depo) bekletilen ürünlerde korunmuştur. Hasattan 8 ve 12 ay sonra ham ürünlerin E vitaminlerinde önemli değişim gözlenmezken, ürünler 8 ve 12 ay depolandıktan sonra kavrulduklarında E vitaminlerinde ısı işleminden hemen sonra kayıp gözlenmiştir. Serin depo (MAM) koşullarında muhafaza edilen ve 9. ayda işlenen ürünlerde %2, 12. ayda işlenen ürünlerde ise %6 kayıp belirlenirken, kontrolsüz (LOKAL) depoda muhafaza edilen örneklerde kayıp oranları 9. ayda %6, 12. ayda ise %51'e ulaşmıştır. Hasattan 9 ay sonra kavrulmuş ve paketlenmiş ürünlerin bir yıl boyunca 20°C'deki E vitamini değişimi Şekil 3.17.b'de verilmiştir.

Hasattan hemen sonra kavrulan taze ürünlerin E vitaminlerindeki değişime benzer şekilde, bu ürünlerde de ilk 2 ayda E vitamini hızla azalmış ve 12 ay sonunda serin depoda (MAM) 9 ay muhafaza edilen ve azot gazı (>%99) ile paketlenen ürünlerde E vitamini kaybı %39, normal koşullarda paketlenen ürünlerde ve kontrolsüz (LOKAL) depoda muhafaza edildikten sonra AZOT gazı ile paketlenen ürünlerde E vitamini kaybı ise %74-80 oranında gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, serin koşullarda ürün kabuksuz olarak muhafaza edilmiş olsa dahi, 9 ay boyunca E vitamini açısından kalitesi AZOT gazı (>%99) ile paklendiğinde hasattan hemen sonra işlenen ve benzer şekilde depolanan ürün kadar korunabilmiştir.

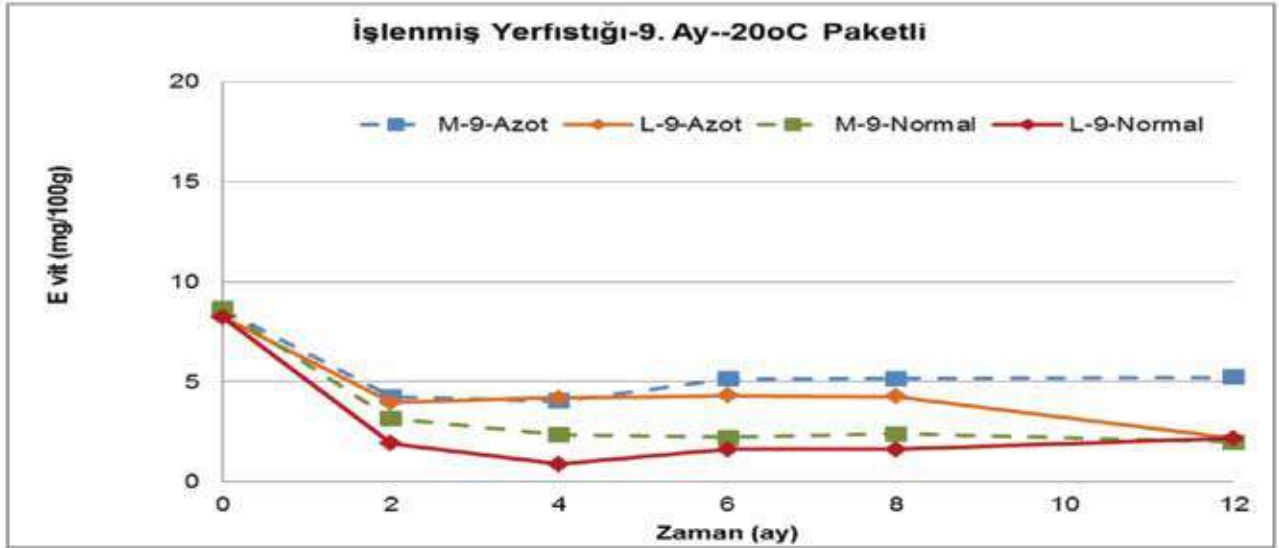
Hasattan 12 ay sonra kavrulmuş ve paketlenmiş ürünlerin bir yıl boyunca 20°C'deki E vitamini değişimi Şekil 3.17.c ve b'de verilmiş olup, taze ürünlerin işleme sonrası E vitaminlerindeki değişime benzer şekilde bu ürünlerde de ilk 2 ayda E vitamini hızla azalmış ve tüm paketler için E vitamini kaybı %61-88 aralığında olmuştur. Yine en iyi koruma azot gazı ile paketlenen ürünlerde gerçekleşmiş olsa da ürünler 2. aydan sonra gerek oksidatif, gerekse E vitamini açısından 2 ay sonunda özelliklerini kaybetmişlerdir. Serin depoda (MAM) 12 ay muhafaza edilen ham ürünlerde kavurma sonrasında E vitamini kaybı %1 iken, kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında kayıp %49 olmuştur.

Serin depoda daha iyi muhafaza edildiği düşünülmüş, ancak kavurma sonrasında serin depoda bekletilen ürünlerdeki E vitamini kaybı kontrolsüz (LOKAL) depoya kıyasla çok daha hızlı olmuştur. Bu duruma, serin depo koşullarında Haziran-Eylül ayları arasındaki bağıl nemin daha yüksek olmasının etken olduğu düşünülmektedir. Şekil 3.2.b'den de görüleceği üzere 8-12. aylar arasında ham ürünlerin depolandığı LOKAL ve MAM depo koşullarında bağıl nem oranları MAM Depoda daha yüksek olmuş ve Haziran-Eylül 2013 döneminde LOKAL depoda ortalama bağıl nem %55.3 ve MAM Depoda %66.3 olarak kaydedilmiştir.

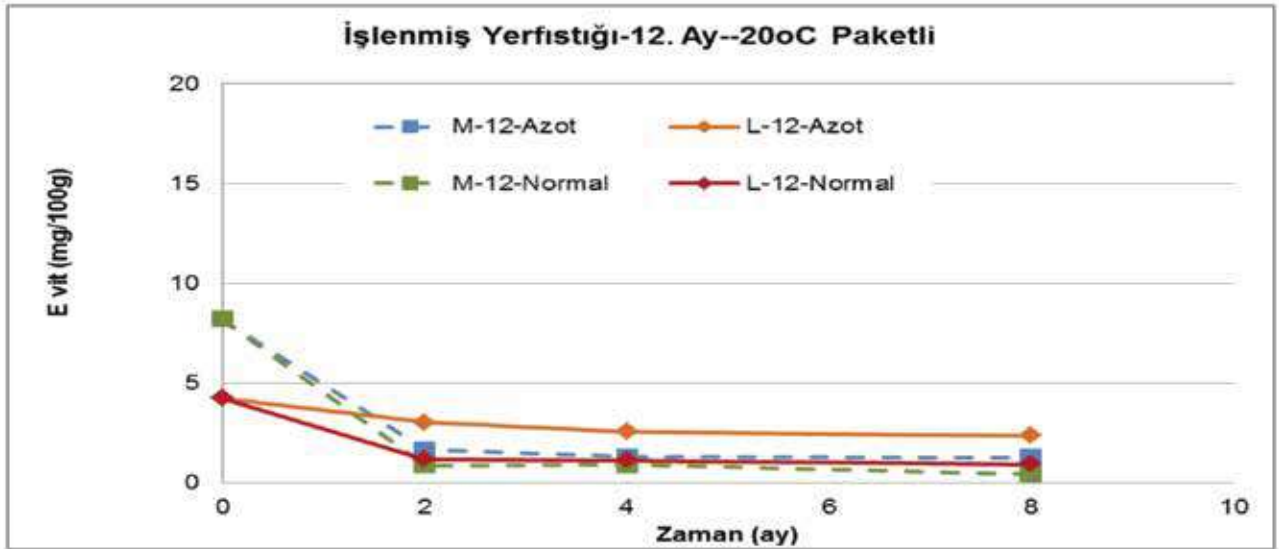
Yağ oranı yüksek kuru ürünlerin depolama koşullarında bağıl nem kontrolünün sıcaklık kontrolünden daha önemli olduğu fındıkla ilgili yapılan depolama çalışmalarında da tespit edilmiş olup, güvenli depolama neminin mikrobiyal açıdan %70'in altında olması yeterli iken bu oran ürünlerin kalitelerini bir yıl boyunca koruyabilmesi için yeterli olmamaktadır. Ürünlerin kalitelerini en az bir yıl koruyabilmesi için bağıl nemin %60'ın altında tutulması gerekmektedir.



a) Hasat sonrası MAM depolarında (10, 20 ve 30°C)



b) Hasattan 9 ay sonra kontrollü (MAM, 20°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında



c) Hasattan 12 ay sonra kontrollü (MAM, 20°C) ve kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında

Şekil 3.17. Farklı muhafaza koşullarında ve sürelerinde depolandıktan sonra tuzlanıp kavrulan ve MAP (>%97 azot gazı) ve normal atmosferde paketlenen yerfıstıklarının E Vitamini (mg/100 g) içerikleri

Tüm veriler genel olarak değerlendirildiğinde, kavrulmuş ürünler için serin ortamda depolamada bozulma reaksiyonları ve E vitamini kaybı daha yavaş olmakta, raf ömrünün uzatılması açısından modifiye atmosferde paketlenme (>%99 azot gazı) ile muhafazanın serin ortamda depolamaya kıyasla daha etkin olduğu gözlenmektedir. Sonuç olarak, yerfıstıkları 9 ay boyunca kabuklarından ayrılmış iç fıstık olsa da soğukta (~10°C) depolandıktan sonra azot gazı altında (>%99) paketlenildiği takdirde 12 ay muhafaza edilebilmektedir. Bu süre, hasattan hemen sonra işlenmiş yerfıstığının azot gazı altında paketlenildiği takdirde sahip olduğu raf ömrü ile aynıdır.

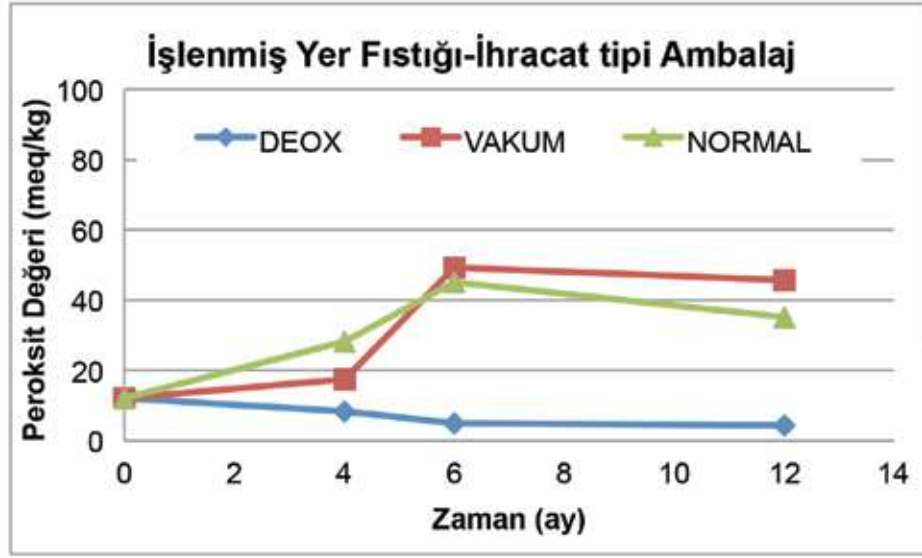
İhracatçı tipi Ambalajlama (Deoksidizer ve Vakum Uygulamaları)

Yerfıstıkları, tüketici tipi (200 g'lık) düşük geçirgenlik değerine sahip lamine ambalaj malzemeleri ile MAP ve normal atmosfer koşullarda paketlenerek kalite değişimlerinin incelenmesinin yanı sıra, aynı zamanda kavrulmuş ürünler ihracatçı tipi yüksek geçirgenliğe sahip şeffaf 12.5 kg'lık ambalaj malzemeleri ile de farklı koşullarda paketlenerek 20°C'de depolanmıştır. İhracatçı tipi paketler içerisine 1 adet deoksidizer ilave edilerek, vakum uygulanarak ve normal atmosfer koşullarında ambalajlama yapılmıştır. Her seferinde analiz edilmek üzere 1 kg ürün şeffaf ambalaj içerisine konulmuş ve örnekler 1 yıl boyunca belirli aralıklarda analize tabi tutulmuştur. Hasat sonrası MAM depolarında (20°C) deoksidizer, vakum uygulanarak ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının peroksit değeri, serbest yağ asitliği ve p-anisidin değerleri Şekil 3.18'de, hekzanal değerleri Şekil 3.19'da, E vitamini içerikleri Şekil 3.20'de, nem ve su aktivitesi değerleri ise Şekil 3.21'de verilmiştir.

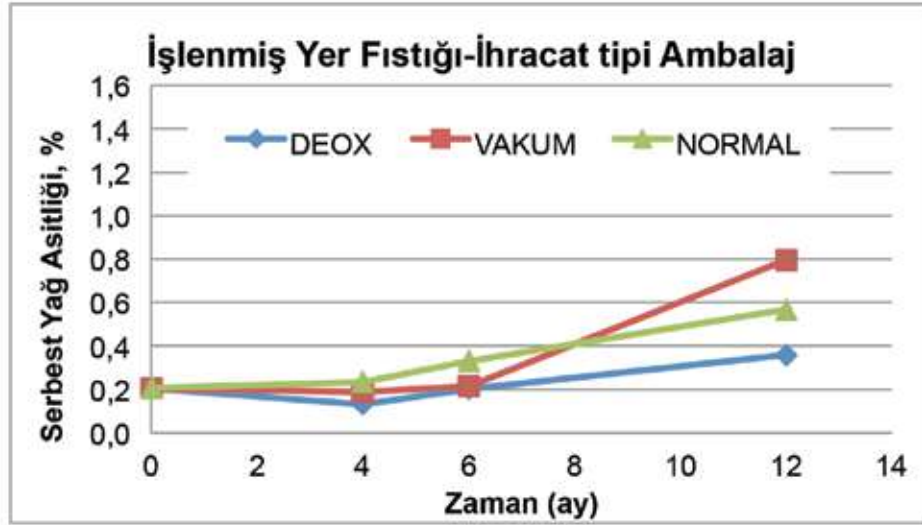
İhracatçı tipi büyük ambalajlarda en iyi koruma deoksidizerli uygulamadan alınmış, E vitamininde en az düzeyde azalma, hekzanal ve peroksit değerlerinde en az artış deoksidizer ilave edilen ambalaj içerisindeki yerfıstıklarında kaydedilmiştir. Vakum ile ambalajlama başlangıçta normal koşullarda ambalajlamaya kıyasla avantaj sağlamış gibi görünse de, 12 ay depolama sonrasında vakum uygulamanın normal ambalajlamaya kıyasla daha kötü sonuç verdiği gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak, vakum uygulaması sonrası fıstıkların sıkışarak baskı görmesi sonucu yağ küreciklerinin patlaması verilebilir.

Deoksidizer, vakum uygulanarak ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının depolama boyunca su aktivitesi ve nem içeriklerinde artış gözlenmiştir. Nem/su aktivitelerindeki artış ambalaj malzemesinin su buharı geçirgenliğine ve bozulma reaksiyonlarına bağlı olarak gerçekleşmiş olabilir. Dolayısı ile, deoksidizer ilave edilecek ambalaj malzemesinin daha etkili olabilmesi için su buharı ve oksijen geçirgenliği düşük ambalaj malzemeleri tercih edilmelidir.

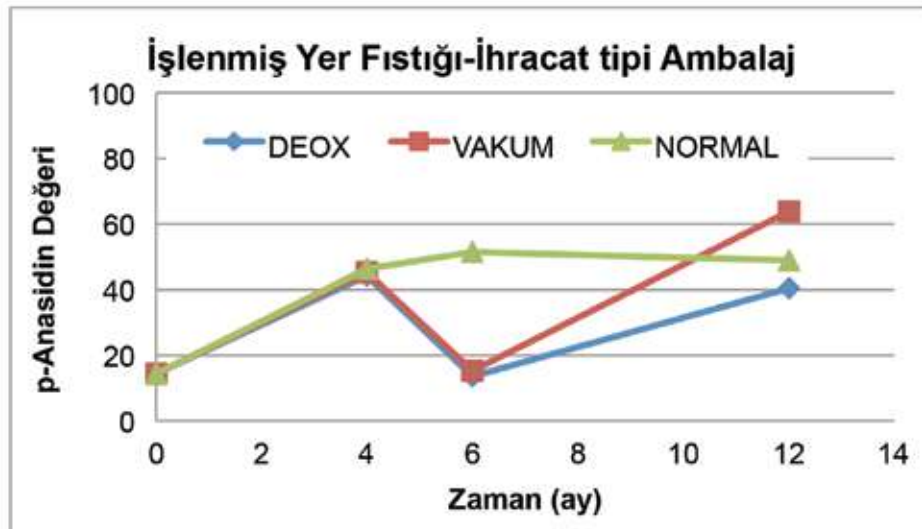
Yerfıstıklarının birincil bozulma nedeni oto-oksidasyona neden olan oksijen gazıdır. Dolayısı ile yerfıstıkları kavrulduktan ve kuru hava ile nem almayacak şekilde soğutulduktan hemen sonra oksijensiz ortamda paketlenmelidirler. Paket içerisindeki oksijeni uzaklaştırmak vakum yaparak, içerisine azot gazı gibi reaksiyona girmeyen ve insan sağlığı açısından riskli olmayan bir gaz vermek veya deoksidizer gibi oksijeni tutabilen küçük paketler koymak gibi yöntemlerle olabilir. Bu yöntemlerden vakum uygulaması, ürünü sıkıştırıp acılaşmayı hızlandırdığı için yerfıstığı gibi ezilmeye müsait ürünler için uygun değildir. Küçük ambalaj poşetleri içerisinde deoksidizer kullanımı bazı ülkelerde uygun bulunmadığından bu uygulamaların yaygınlaştırılması konusunda sorunlar yaşanabilir. Ancak, yenilikçi yaklaşımlarla bazı ambalaj firmalarının deoksidizer katmanlı ambalaj malzemeleri ürettikleri bilinmektedir. Bu paketlenme malzemelerinin özellikleri ile ilgili olarak sektöre yönelik proje çerçevesinde seminer de verilmiştir. Dolayısı ile, oksijeni tutabilen veya tahliye edebilen özellikteki ambalaj malzemelerinin daha kaliteli ve uzun ömürlü ürün eldesi için denenmesi uygun olacaktır.



a)

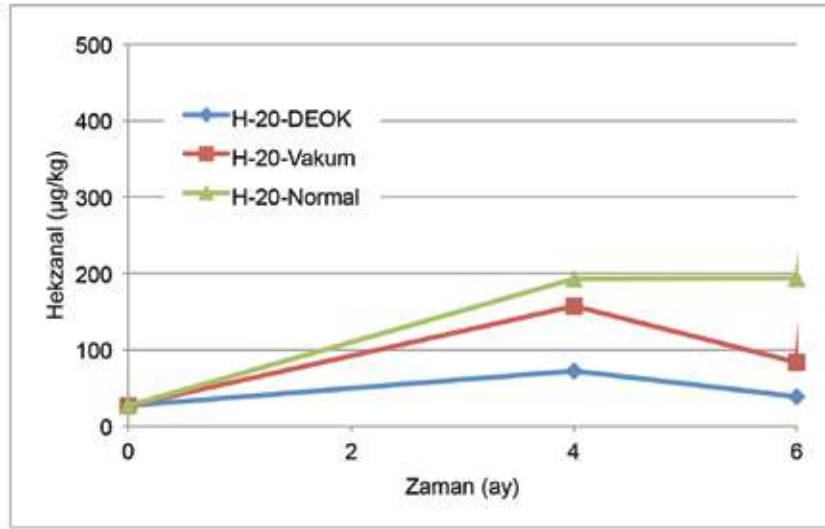


b)

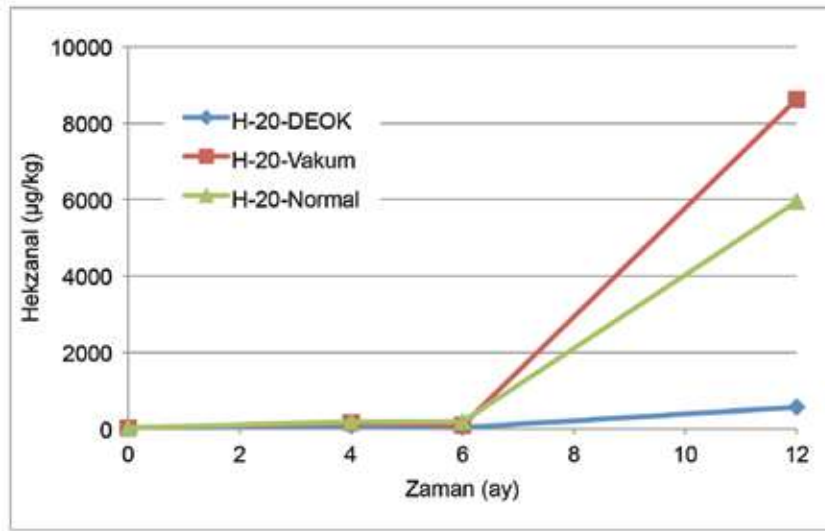


c)

Şekil 3.18. Hasat sonrası MAM depolarında (20°C) deoksidizer, vakum uygulanarak ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının peroksit değeri, serbest yağ asitliği ve p-anisidin değerleri

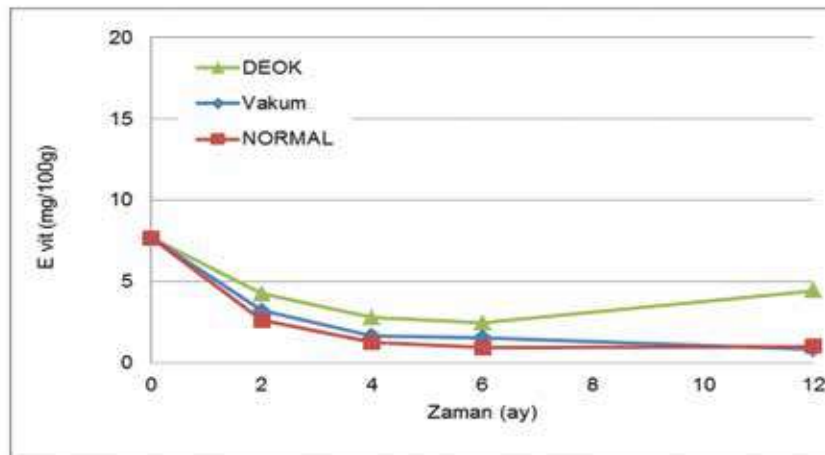


a) 0-6 ay



b) 0-12 ay

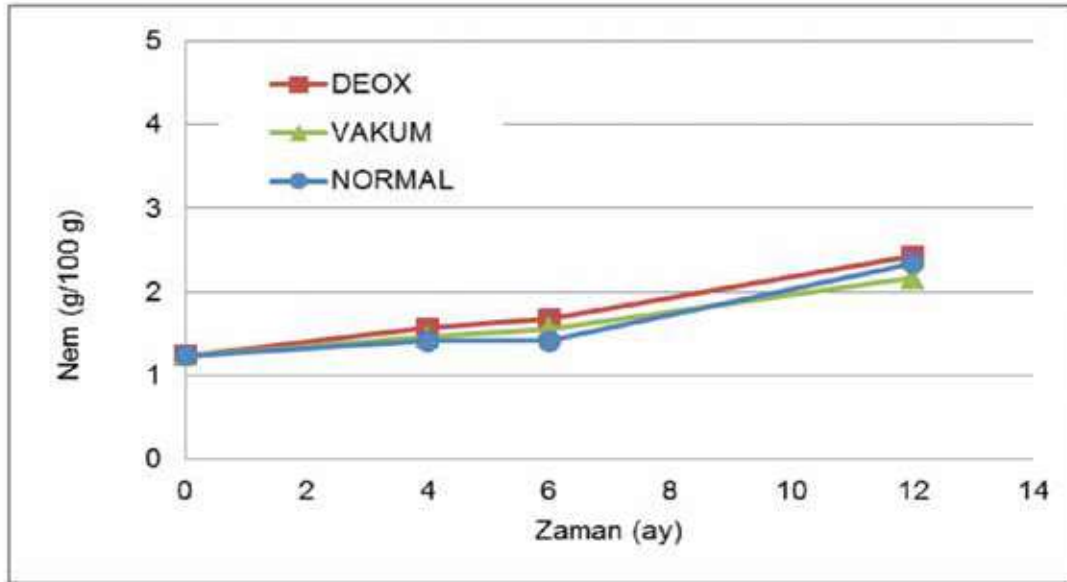
Şekil 3.19. Hasat sonrası MAM depolarında (20°C) deoksidizer ilave edilmiş, vakum yapılarak paketlenmiş ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği yüksek ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının hekzanal değerleri (a-6 aylık dönem, b-12 aylık dönem)



Şekil 3.20. Hasat sonrası MAM depolarında (20°C) deoksidizer ilave edilmiş, vakum yapılarak paketlenmiş ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği yüksek ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının E vitamini (mg/100 g) değerleri



a)



b)

Şekil 3.21. Hasat sonrası MAM depolarında (20°C) deoksidizer ilave edilmiş, vakum yapılarak paketlenmiş ve normal atmosfer koşullarında geçirgenliği yüksek ambalaj malzemesi ile paketlenerek muhafaza edilen kavrulmuş tuzlu yerfıstıklarının a) Su aktivitesi ve b) Nem –g su/100 g değerleri

İşlenmiş Yerfıstığı Duyusal Test Sonuçları

Kavurulmuş yerfıstığı örneklerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlere paralel olarak depolama süresince duyusal kalitelerindeki değişimler de incelenmiştir (Şekil 3.22.). Duyusal değerlendirmelerde 30°C'de tüketici tipi geçirgenliği düşük ambalaj malzemesi ile normal paketlenmiş olan kavurulmuş fıstık örnekleri kullanılmıştır. Örneklerde, 14 hafta depolama süresince duyusal değişim izlenmiştir.

Peroksit değerinin taze yağlarda 10 meş/kg'dan az olması gerekir, genellikle 30 ve 40 meş/kg iken ransit/acılaşıma tadı hissedilebilir. Literatürde, yerfıstıklarının kalitesini, peroksit değerinin 42-47meş/kg'dan büyük olduğu zamanlarda kaybettiği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Kabul edilebilir peroksit değeri sınırı genellikle 20-30 meş/kg olarak alınmaktadır (St. Angelo ve ark., 1996). Evranuz (2000) yerfıstığının acılaşması ile ilgili yaptığı çalışmada 25 meş/kg değeri

rinin acılaştırmanın hissedildiği peroksit değeri olarak kabul etmiştir. TS 13232 nolu standartta peroksit sayısı (milieşdeğer g/kg) en çok 10 meş/kg olarak verilmiştir (Tablo 1.2). Yüksek peroksit değeri acılaştırmanın kesin göstergesidir, ancak orta düzeydeki peroksit değerleri yüksek konsantrasyona ulaştıktan sonra peroksitin parçalanması, ikincil ürünlere dönüşmesi sonucu da olabilir. Peroksit değeri ile acılaştırma arasında genel bir kural oluşturmak çok zordur. Acılaştırma (ransit) tadı ile peroksit değeri arasındaki ilişki yağın tipine bağlı olup, en iyi tat paneli ile anlaşılabilir.

Yerfıstıkları Aralık 2012 tarihinden itibaren NORMAL koşullarda paketlenen ve 10°C'lik depoda muhafaza edilen örneklerden belirli aralıklarla çıkarılıp 30°C'lik depoda 6, 10, 12 ve 14 hafta bekletildikten sonra duyuusal değerlendirmeye alınmıştır. Duyusal değerlendirmeler için depolama süresi tamamlandığında bütün örnekler aynı gün çıkarılmış ve belirlenen kalite kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Örnekler fıstık kokusu, okside koku, ağız dokusu, fıstık tadı, acı tat ve genel değerlendirme kriterleri açısından önceden eğitilmiş 8 panelist tarafından değerlendirilmiştir.

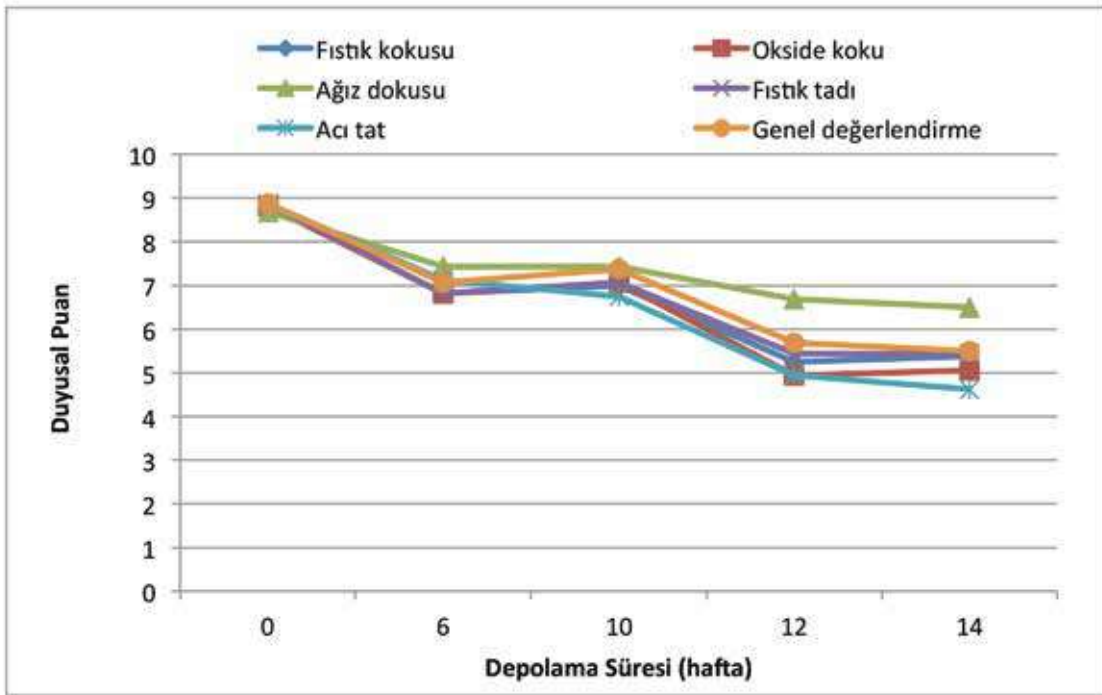


Şekil 3.22. TÜBİTAK MAM kavrulmuş fıstıkların 14 hafta depolama sonrası duyuusal değerlendirmesi

Değerlendirmeler için; ISO 3972 (2011) – Tat duyarlılığı ve ISO 5496 (2006) – koku duyarlılığı testlerinden geçmiş ve sert kabuklu meyve ile ilgili çalışmalarda deneyimli olan kişiler kullanılmıştır. Depolama süresince üründeki her bir duyuusal kalitede olan değişim 9 puanlık skala üzerinden puanlanarak değerlendirilmiştir. Skala üzerinde yer alan 9 puan “çok iyi” tanımlamasına 1 puan ise “çok kötü” tanımlamasına karşılık gelecek şekilde oluşturulmuştur. Değerlendirme sırasında örnekler sıra ile panele sunulmuş, önce koku kriterleri, daha sonra sırasıyla tat, ağız dokusu ve en son olarak da genel değerlendirme kriteri puanlanmıştır. Değerlendirmeler 0., 6., 10., 12., 14. haftalarda yapılmıştır. 0. hafta örneği olarak 10°C depoda azotlu olarak depolanmakta olan örnek kullanılmıştır. Değerlendirmeler sırasında ağız nötrlemek için ılık su, sade soda ve sade galeta kullanılmıştır. 8 panelistin her bir kritere vermiş oldukları puanların ortalaması alınarak elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların grafiksel gösterimi sırasıyla Tablo 3.11 ve Şekil 3.23'te verilmiştir.

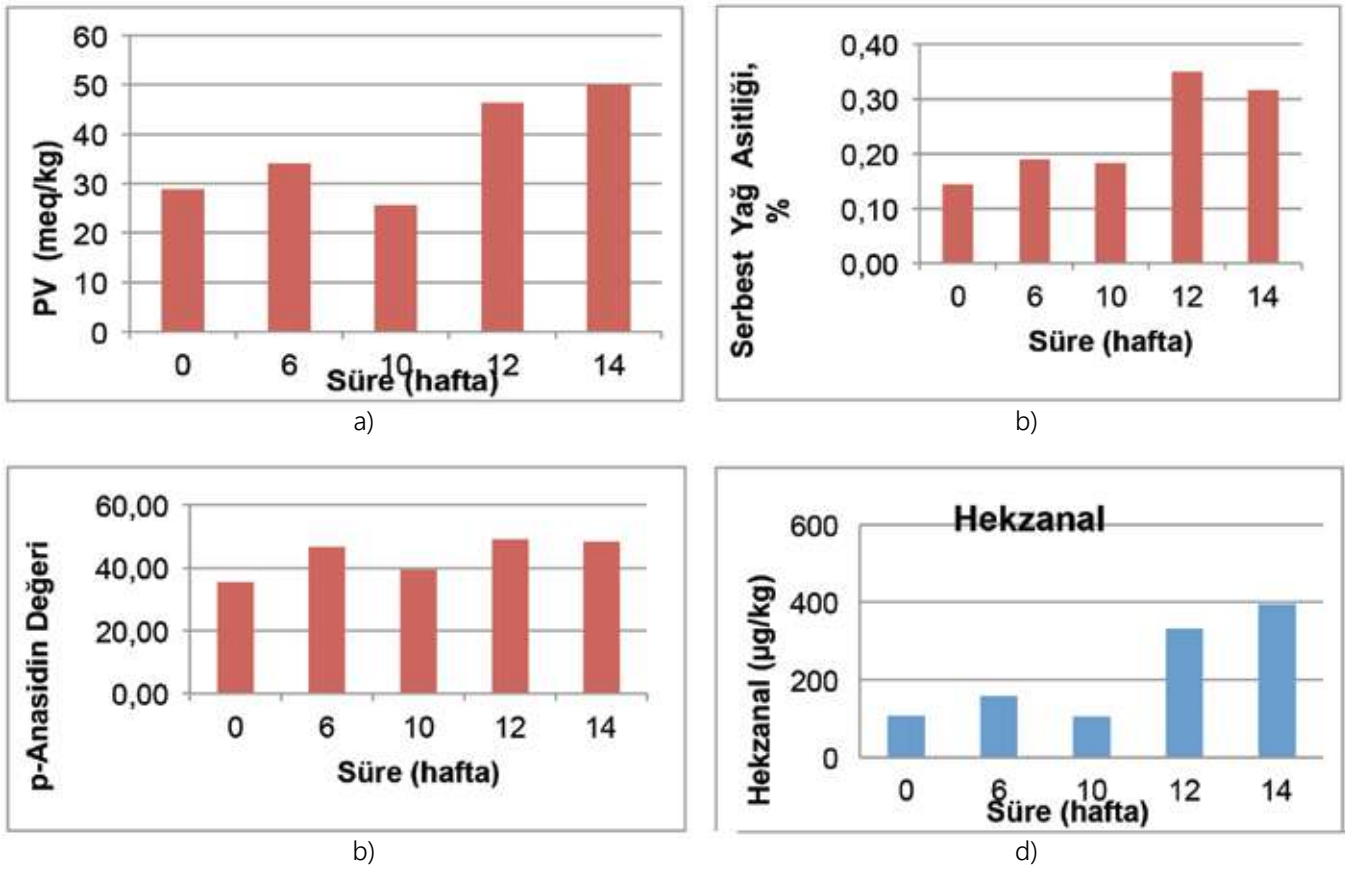
Tablo 3.11. Kavrulmuş fıstıkların duyuusal değerlendirme sonuçları

Hafta	Fıstık Kokusu	Okside Koku	Fıstık tadı	Acı tat	Ağız Dokusu	Genel Değerlendirme
0	8.8	8.8	8.9	8.9	8.7	8.9
6	6.8	6.8	6.8	7.1	7.4	7.1
10	7.0	7.1	7.1	6.8	7.4	7.4
12	5.3	4.9	5.4	4.9	6.7	5.7
14	5.4	5.1	5.4	4.6	6.5	5.5
16	6.7	4.8	6.8	6.1	7.1	6.8
18	5.8	5.8	5.8	5.8	6.7	5.8

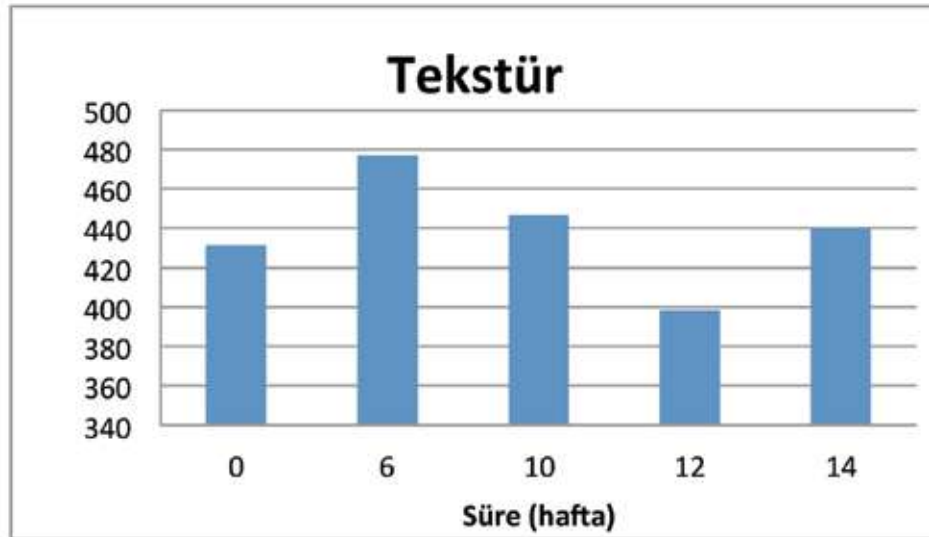


Şekil 3.23. Depolama süresince kavrulmuş fıstık örneklerindeki duyusal değişim

Duyusal testlerde değerlendirmeye alınan yerfıstıklarının acılaşmaya bağlı analitik test sonuçları Şekil 3.24'te verilmiştir. Şekil 3.23 ve 24'de de görüldüğü gibi 0. haftada örnekler bütün duyusal kriterler açısından en iyi durumda olduğu halde peroksit değeri 28.8 meş/kg olarak tespit edilmiştir. Acılaşmanın hissedilmeye başlandığı 25meş/kg değerinin üzerinde olması 10°C'de depolanmış olsa bile yerfıstıklarında hasat döneminden itibaren 3 ay içerisinde acılaşmanın başladığını göstermektedir. Ancak, başlangıç örneği olarak kabul edilen 0. örnekte acı tadın hissedilmemiş ve yüksek skor (8.9) ile değerlendirilmiş olması, oksidasyon reaksiyonlarının henüz başladığını ve acılık hissi veren bileşiklerin oluşmaya başlamadığını göstermektedir. Bunu, 0. örnek için, Şekil 3.24-d'de hekzanal değerinin başlangıçta 108µg/kg olması ve 12. ve 14. haftada düşük skor (5.7 ve 5.5) alan örneklerde hekzanal değerinin 332 ve 396 µg/kg'a ulaşması ile açıklayabiliriz. Peroksit değerler ise 12. ve 14. haftada 46.32 ve 50.05 meş/kg değerlerine ulaşmıştır (Şekil 3.24-a). Benzer şekilde SYA ve para-anisidin değerleri de 12. ve 14. haftalarda yüksek olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.24 b ve c). Özellikle 12. ve 14. haftada ürünün kalite değerlerinde bir düşüşün olduğu hem duyusal hem de analitik testlerle belirlenmiştir.



Şekil 3.24. Duyusal testlerde değerlendirmeye alınan yerfıstıklarının acılaşıma bağlı analitik test sonuçları.



Şekil 3.25. Yerfıstıklarının yapısı

Acı tat ve okside koku kriterlerine karşılık gelebilecek olan kimyasal parametrelerden peroksit, SYA ve p-anisidin değerleri duyusal değerlendirmelerdeki azalma ile paralellik göstermektedir. Kimyasal analiz sonuçlarından da görüleceği gibi 12 ve 14. haftalardaki bu değerlerdeki artış duyusal kalite kriterleri açısından olumsuz olarak algılanmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak aynı etkinin genel değerlendirme kriterinde de olduğu görülmektedir. Yerfıstıklarında sertlik (tekstür) ölçümleri 1,8 - 2,2 cm uzunluğundaki açık renkli yer fıstıkları ikiye bölünerek her iki endosperm üzerinde (Stable Micro

System, Texture Analyzer TA.HD.Plus, uzatılmış maket bıçağı) yapılmıştır. Sertlik ölçüm sonuçları Şekil 3.25'te her iki endospermin ortalaması hesaplanarak verilmiştir. Sertlik ölçümleri sonucunda elde edilen veriler acılaşıma ve duysal verilerde "ağız dokusu" kriteri ile paralellik göstermektedir. En düşük beğeni alan ve acılaşıma verileri en yüksek olan 12. hafta örneğinin sertlik değerinin en düşük olduğu gözlenmiştir. Bu da örneğin 12. ve 14. haftada gevrekliğinin azaldığını göstermektedir.

Kavrulmuş ürünlerde ağırlıklı olarak acılaşıma oto-oksidasyon sonucu oluşmaktadır. Oto-oksidasyon birçok radikal mekanizması ile oluşur ve sonucunda alkilaldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler gibi acılaşmış (ransit) tattan sorumlu bileşikler oluşur. Uluslararası yönetmeliklerde peroksit değeri veya SYA gibi analitik ölçümlerle sınır değerler belirlenmiş olsa da, Cämmerer ve Kroh (2009) bu analitik kriterlerin yağın bozulmasının tespitinde ve oksidasyon düzeyinin belirlenmesinde etkili olup, raf ömrünün tespitinde yetersiz kaldığını belirtmişlerdir. Oto-oksidasyona bağlı olan acılaşımanın tespitinde elektron spin rezonans (**ESR**) spektroskopisi gibi tekniklerin kullanımı son dönemlerde yaygınlaşmaya başlamıştır. **Cämmerer ve Kroh (2009) farklı kavurma sıcaklıkları (130-170°C) ve sürelerde (360-600san.) yerfıstıklarının kavurmuş ve yüksek sıcaklıklarda ve uzun sürede kavruan fıstıkların (170°C, 480-600san.) daha uzun raf ömrüne sahip olduklarını belirtmişlerdir. Projemizde uygulanan kavurma koşulları (180°C'de 20 dak) Cämmerer ve Kroh (2009) tarafından belirtilen sıcaklık ve sürelerden daha yüksek değerler olup, Osmaniye'de yetişen yerfıstıklarının kavrulmasında farklı koşulların uzun raf ömürlü ürünler elde edilmesine yönelik olarak denenmesi daha sonraki çalışma konuları arasına mutlaka alınmalıdır.**

Proje kapsamında elde edilen sonuçlar ve bulgular literatürde yayınlanan makalelerle uyum içerisindedir. Nepote ve ark.'nın 2006'da yayınladıkları makalede 10 meş/kg peroksit değerinin Arjantin yönetmeliklerinde (Food Code of Argentina) sınır değer olmasına rağmen, 10meş/kg peroksit değerine sahip ürünlerin duysal testlerde panelistler tarafından beğeni aldığı ve acılık hissini algılamadığı belirtilmiştir. Projemizde de duysal testlerde 10 meş/kg peroksit değerine sahip yerfıstıklarında acılık hissedilmemiş, 20-30 meş/kg peroksit değerine sahip ürünler bile tüketilebilir olarak değerlendirilmiş ve duysal testlerde beğeni almıştır. Acı tadın hissedildiği ürünlerde yapılan testlerde peroksit değerinin 40 meş/kg'ın, hekzanal değerinin ise 300µg/kg'dan sonra hızlanarak arttığı ve 1000µg/kg'ın üzerindeki ürünlerde acılaşımanın hissedildiği gözlenmiştir. Bu çalışmada da, Grosso, ve ark.'nın 2002 yayınladığı makalede olduğu gibi, hekzanal değerinin 5000µg/kg'ı aştığı durumlarda ürünlerin tüketilemeyecek duruma geldiği gözlenmiştir. Sonuç olarak analitik testler açısından genel değerlendirme yapıldığında;

- Peroksit değeri (PV) TS 13232 sınırı olan 10meş/kg'da acılaşımanın henüz hissedilmeye başlanmadığı, ayrıca peroksit değerinin acılaşımanın belirlenmesinde tek başına anlamlı olmadığı,
- Serbest yağ asitliği (SYA), ağırlıklı olarak enzimatik reaksiyonlar sonucu artış gösterdiğinden kavrulmuş yerfıstıkları için anlamlı bir kriter olmayıp, kavrulmuş ürünler için daha farklı analitik yöntemlerin kullanılması gerektiği,
- Bozulmanın tespiti için peroksit değeri ile birlikte hekzanal veya daha kolay/hızlı analitik yöntemler kullanılması gerektiği,
- Hekzanal değerinin genel olarak 300µg/kg'a ulaştıktan sonra artışının hızlandığı,
- Hekzanal değeri, peroksit değeri ile ilişkilendirildiğinde acılaşıma tadının algılandığı PV değerlerine ulaşıldığında hekzanal değerinde artışın hızlandığı ve hızla 1000 µg/kg'ı aştığı,
- Kalitenin analitik tekniklerle birlikte en iyi eğitimli panelistlerce tadım yaparak daha iyi hissedildiği sonuçlarına varılmıştır.
- Ancak, tadım paneli için acılaşmış tada alışkın tüketiciler duysal teste alınmamalı veya ön eğitimden geçirilmelidir.

3.4. SONUÇ

Bu çalışmada, Proje kapsamında yerfıstıkları Osmaniye'den 2012 hasatından (Başpınar Fıstık) temin edilmiş ve normal paketli ürünler işletme ortamında otomatik paketleme sistemi ile paketlenmiştir (Ekmekçioğlu Tesisleri). LOKAL depoda muhafaza edilen örnekler kabuklu olarak, serin ve kuru depoda (MAM) muhafaza edilen örnekler ise ticari uygulamaya paralellik sağlaması açısından kabuksuz olarak muhafaza edilmiştir ve yine ticari uygulamaya paralellik sağlaması açısından %2.6 tuz oranında 180°C'de 20 dakika kavrulmuştur.

Osmaniye'de yetiştirilen yerfıstığının raf ömrünün arttırılmasına yönelik çalışmalar kapsamında ham ve işlenmiş yerfıstıklarının farklı depolama ve ambalajlama koşullarında muhafaza edilerek depolama süresince bozulma reaksiyonları sonucu açığa çıkan bileşikler ve tat değişiklikleri analitik ve duyuşal testlerle takip edilmiştir.

İşlenmemiş, ham ürünlerde, farklı depolama koşullarının raf ömrü üzerine etkisini belirlemek amacı ile 22 ay boyunca belirli aralıklarla örnekleme yapılarak fıstıklarda, bozulma reaksiyonları açısından; peroksit değeri, serbest yağ asitliği, p-anisidin değeri, hekzanal değeri ve kalite özellikleri açısından ise E vitamini değişimi incelenmiştir. Tablo 3.12'de 2012 yılı hasadı ham ürünlerinin farklı depolama koşullarında sınır değer olan 5 meş/kg peroksit değerinin (PV) aşıldığı dönemler ve hekzanal değeri (HD) artışının hızlandığı dönemler verilmiştir.

Hasattan hemen sonra kabuğundan ayrılan ve %65 bağıl nemin altında, ~10°C'de (MAM) depolanan işlenmemiş, ham yerfıstıklarının peroksit değerleri 10. ayda 6.8 meş/kg değerine ulaşmış ve bunu takiben 6 ay sonra hekzanal içeriğinde artış başlayarak 16. ayda hekzanal değeri 424'e ulaşmıştır. Kabuklu olarak kontrolsüz depo (LOKAL) muhafaza edilen işlenmemiş yerfıstıklarında ise PV değeri 8 ay içerisinde 6.3 meş/kg değerine ulaşmış ve bunu takiben 4 ay sonra hekzanal içeriğinde artış başlayarak 12. ayda hekzanal değeri 291 µg/kg, 16 ay sonra 643 µg/kg'e ulaşmıştır.

Tablo 3.12. 2012 yılı hasadı ham ürünlerinin farklı depolama koşullarında sınır değer olan 5 meş/kg PV değerini geçtiği ve hekzanal değeri artışının başladığı dönem

Ham Ürün Depolama Koşulu	Kabuksuz - <%65 BN-10°C (MAM)	Kabuklu Kontrolsüz Depo (LOKAL)
PV (meş/kg)	6.8 (10 ay)	6.3 (8 ay)
HD (µg/kg)	424 (16 ay)	643 (16 ay)

Yapılan çalışmalar sonucunda; ham ürünler, kabuklarından ayrıldıktan ve ayıklandıktan sonra serin ve kuru (~10°C ve <%65 BN) depolama koşullarında, kontrolsüz ortamda kabuklu olarak muhafaza edilen ürünlerden daha kaliteli ve daha uzun süre muhafaza edilebilmiştir.

Ancak, yerfıstıklarının kabuklarının daha kolay kırılması için gerekli olan nem içeriği ve kurutma koşulları güvenli ve kaliteli depolama için uygun değildir. Ham ürünler, kabukları kırıldıktan sonra yaklaşık %5 nem içeriğine kadar kurutulup, %55'den daha az bağıl nemde ve serin ortamda depolandıkları takdirde, bu ürünlerden elde edilecek kavrulmuş ürünler daha kaliteli ve daha uzun raf ömürlü olacaklardır.

Hasat sonrası işlenmiş ürünlerin peroksit ve hekzanal değerleri farklı ambalaj ve depolama koşullarında takip edilmiş ve PV değerinin acılaştırmanın hissedildiği 25 meş/kg'ı geçtiği ve hekzanal değeri artışının başladığı dönemler Tablo 3.13'de verilmiştir.

Bu ürünlerin hekzanal değerleri peroksit değerinin artışına paralel olarak artmış ve sınır değer olan 25 meş/kg'ı geçtikten 4 ay sonra hekzanal değerlerindeki artış hızlanmış ve 1000 µg/kg'ı geçerek özellikle 30°C'de 5000µg/kg seviyelerine ulaşmıştır.

Kavurma işleminden sonra ürünler azotlu (<%99) koşullarda paketlenirse kontrolsüz (LOKAL) depo koşullarında 1 ay içerisinde 10 meş/kg (TS 13232 sınırı) değerine ulaşırken, kuru ve serin ortamda (<%65 BN ve 10°C) 9 ay bekletilen ürünler aynı koşullarda 11 ay sonra 10 meş/kg değerine ulaşmakta ve bu ürünlerde acılaştırılmış tat hissedilmemektedir.

Tablo 3.13. Hasat sonrası işlenmiş ürünlerin farklı ambalaj ve depolama koşullarında acılaştırmanın hissedildiği 25 meş/kg PV değerini geçtiği ve hekzanal değeri artışının başladığı dönem

Depolama Sıcaklığı	Analiz Tipi	Ambalaj tipi	
		Normal Atmosferde	MAP (>97 Azot gazı)
10°C	PV (meş/kg)	28 (4 ay)	30 (10 ay)
	HD (µg/kg)	2162 (8 ay)	567 (12 ay)
20°C	PV (meş/kg)	29 (4 ay)	34 (6 ay)
	HD (µg/kg)	3886 (8 ay)	1192 (12 ay)
30°C	PV (meş/kg)	30 (4 ay)	42 (6 ay)
	HD (µg/kg)	5150 (8 ay)	5328 (12 ay)

Ayrıca, oksijeni uzaklaştırmak amacı ile azotla veya deoksidizerle paketlenerek muhafaza edilen ürünlerde 12 ay sonunda E vitamini kaybı %42 iken, normal paketli ürünlerde bu oran %80'in üzerine çıkmıştır. **Kavrulmuş yerfıstıklarında acılaştırma ve E vitamini kaybı oksijensiz ortamda; azot gazı/deoksidizer ile paketlenmiş ürünlerde ve düşük sıcaklıktaki depolama koşullarında daha az olmuştur. Normal paketlenmiş ürünlerde 4 ay içerisinde, azot gazı (>97) ile paketli ürünlerde ise 10°C'de 10 ayda, 20 ve 30°C'de 6 ayda acılaştırmanın hissedildiği peroksit değerine (25 meş/kg) ulaşılmıştır. Deoksidizer ile paketlenen ürünlerde peroksit değeri 12 aylık depolama sonrasında 25 meş/kg'ın altında kalmış, vakum uygulanan paketlerde 6 ay sonunda 50 meş/kg peroksit değerine ulaşılmıştır. Vakum yapılan paketlerde, yerfıstıkları paket içerisinde sıkışarak ezildiklerinden ve ayrıca aralarda kalan hava boşluklarındaki oksijen miktarı acılaştırmanın başlaması için yeterli olduğundan, vakum uygulaması yerfıstıklarının uzun süre depolanması için uygun bulunmamıştır.**

Ancak, 20°C'de depolanan ve paket içerisinde oksijen tespit edilmeyen, azot oranı %100'e yakın olan tek bir paketten 15 ay sonra yapılan örneklemede ürünün peroksit değeri 6.78 meş/kg, hekzanal değeri ise 661 µg/kg olarak tespit edilmiş ve yapılan duyusal değerlendirmede ürünün tadında herhangi bir bozulma, okside tat ve acılaştırma tespit edilmemiştir. **Dolayısı ile raf ömrünü arttırmak amacı ile ham ürünün serin ve kuru ortamda bekletilerek, işleme sonrası oksijensiz; azotlu/deoksidizerli ortamda paketlenmesi ile kavrulmuş ürünler en az 1 yıl muhafaza edilebilmektedirler. Ancak paketleme sırasında oksijen oranının mümkün olduğunca %1'den az olması ve paketin depolanma süresince hava sızdırmaması raf ömrünün uzatılması açısından son derece önemlidir. Bu önlemler alındığı takdirde hasat sonrası işlenen ürünler bir yıldan daha uzun süre depolanabilmektedirler.**

Ham yerfıstıkları hasattan 9 ay sonra kavrulup, normal koşullarda paketlenip depolandıkları takdirde peroksit değerleri 2 ay içerisinde acılaştırmanın hissedilmeye başlandığı 25 meş/kg değerine ulaşmakta ve bozulma reaksiyonları hasattan hemen sonra işlenen ürünlerden daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu ürünlerde peroksit değerinin artışını takiben hekzanal içeriği de hızla artarak 740 µg/kg değerini geçmektedir. Ancak, azot gazı altında (>%97) paketlenenler takdirde 11 aydan fazla raf ömrüne sahip olacak şekilde muhafaza edilebilmektedir (Tablo 3.14).

Tablo 3.14. Hasattan 9 ve 12 ay sonra işlenmiş ürünlerin farklı ambalaj ve depolama koşullarında acılaştırmanın hissedildiği 25 meş/kg PV değerini geçtiği ve hekzanal değeri artışının başladığı dönem

İşleme Dönemi	Analiz Tipi	Depolama-Ambalaj tipi			
		Kabuksuz - <%65 BN-10°C (MAM)		Kabuklu Kontrolsüz Depo (LOKAL)	
		20°C -Normal Atmosferde	20°C -MAP (>97 Azot gazı)	20°C -Normal Atmosferde	20°C -MAP (>97 Azot gazı)
9 ay sonra	PV (meş/kg)	27 (2 ay)	12 (12 ay)	25 (2 ay)	26 (12 ay)
	HD (µg/kg)	740 (2 ay)	695 (12 ay)	852 (2 ay)	789 (12 ay)
12 ay sonra	PV (meş/kg)	25 (2 ay)	26 (4 ay)	23 (2 ay)	34 (4 ay)
	HD (µg/kg)	1284 (2 ay)	989 (2 ay)	1784 (2 ay)	1178 (2 ay)

Bunun yanı sıra, E vitamini kaybı açısından, kontrolsüz ortamda (LOKAL) muhafaza edilen ürünler 9 ay sonra işlenip azot gazı (>%99) ile paketlenmelerinde, E vitamini kaybı bir yıl sonra %75'e ulaşırken, kuru ve serin ortamda (MAM) muhafaza edilip aynı koşullarda işlenmiş ürünlerde sadece %39 kayıp yaşanmaktadır.

Ham yerfıstıkları hasattan 9 ay sonra kavrulup, normal atmosfer koşullarında paketlenen halde depolandıkları takdirde 2 ay içerisinde kalitelerini kaybetmekte ve acılaşma başlamaktadır. Oysa, kontrolsüz depo koşullarında 9 ay depolansalar bile, sonrasında kavruktan yerfıstıkları azot gazı altında (>%99) paketlenenleri takdirde 20°C'de en az 11 ay raf ömrüne sahip olacak şekilde muhafaza edilebilmektedir. Bunun yanı sıra, ham ürünler serin ve kuru (~10°C ve <%65 BN) ortamda, kavurma işlemi sonrası azot gazı (>%99) ile muhafaza edildikleri takdirde bu ürünler 12 ay raf ömrüne sahip olacak şekilde, kalitelerini daha iyi koruyarak muhafaza edilebilmektedir. Ham ürünler, kabuksuz da olsa, serin ve kuru (~10°C ve <%65 BN) ortamda 9 ay muhafaza edildiklerinde, işlendikten sonra kontrolsüz ortamda depolanan ürünlere kıyasla 1-2 ay daha fazla muhafaza edilebilmektedirler.

Ham yerfıstıkları 12 ay depolandıktan sonra kavruklarında azot gazı altında paketlenenler bile 2 ay içerisinde acılaşma başlamakta ve kalitelerini kaybetmektedirler. Sadece kuru ve serin depoda (Kabuksuz olarak <%65 BN ve 10°C) muhafaza edilen ve azot gazı (>%95) ile paketlenen ürünlerde bu süre 2 ay uzatılabilmiş ve raf ömrü 4 aya çıkarılabilmektedir.

E vitamini açısından incelendiğinde; serin ve kuru depoda kabuksuz ve kontrolsüz depoda kabuklu olarak 9 ve 12 ay depolandıktan sonra kavruklarında ve işlem sonrası paketlenip 12 ay depolandıklarında E vitamini kayıpları Tablo 3.15'de verilmiştir. Kabuksuz olarak serin ve kuru ortamda (MAM) ürünler 9 ay depolandıktan sonra E vitamini kaybı kavrukları üründe %2 ve bunu takiben paketlenen ürünün 12 ay depolama sonrası kaybı %40 olarak tespit edilmiştir.

Buna karşın, kabuklu olarak kontrolsüz ortamda (LOKAL) 9 ay depolama ve devamında kavurma sonrası E vitamini kaybı % 6 ve bunu takiben paketlenen ürünün 12 ay depolama sonrası kaybı %75 olarak tespit edilmiştir. **E vitamininin korunması açısından da ham ürünlerin kabuksuz da olsa serin ve kuru depoda muhafaza edilmesi daha iyi sonuç vermiştir.**

Tablo 3.15. Farklı depolama koşullarında 9. ay ve 12. ayda işlenen ve 12 ay azot gazı altında 20°C'de muhafaza edilen ürünlerde E vitamini kaybı

E Vitamininde % Kayıp		Kabuksuz, <%65 BN-10°C (MAM)	Kabuklu, Kontrolsüz Depo (LOKAL)
Hasattan 9 ay sonra	Kavurma işlemi sonrası	2	6
	12 ay 20°C'de depolama sonrası	40	75
Hasattan 12 ay sonra	Kavurma işlemi sonrası	6	51
	12 ay 20°C'de depolama sonrası	85	73

Dolayısı ile hasattan sonra ürünlerin ~10°C ve <%65 BN'de depolanması ve sonrasında en az %99 oranında AZOT gazı ile sızdırma olmayacak şekilde paketlenmesi ile ürünün raf ömrü en az 1 yıl uzatılabilir. Ancak, yağlı ürünlerin depolanmasında bağıl nem sıcaklıktan daha önemli bir kriter olduğundan bağıl nemin %55'den daha az olması kalitenin iyileştirilmesi açısından çok daha etkili olacaktır.

Proje kapsamında AZOT gazı ile dolum, işletme ortamı koşulları uygun olmadığından TÜBİTAK MAM'da manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Paketler terazi üzerine konularak içerisinde yeterli miktarda ürün ilave edilmiş ve paketlenme cihazına dizilmiştir. Paketlenme sırasında vakum ve gaz ayarları önceden optimize edilmiş olmasına ve olası sızdırma sorununa karşı paketler tek tek su testi ile test edilmiş olmasına rağmen, depolama sırasında belirli oranlarda hava sızdırma sorunu yaşanmıştır. Bu nedenle örnekleme öncesi paketlerde oksijen ölçümü yapılarak, düşük oksijen seviyesindeki paketler analize alınmıştır.

Ürünlerin azot gazı altında paketlenildikten sonra, depolama sırasında çeşitli nedenlere bağlı olarak paketlerin dışarıdan hava sızdırması sorunu ile endüstriyel ölçekte de karşı karşıya gelindiğinden, paketleme işlemi sırasında veya sonrasında sızıntı problemi yaşanmaması için:

- **Modifiye atmosfer paketlemeye uygun ambalaj malzemesi (yüksek bariyerli ve doğru şekilde yapıştırma, kapatmaya uygun) seçimi yapılması,**
- **Gazlı dolum yapılacak makinenin hassas çalışmaya uygun şekilde tasarlanmış olması,**
- **Gazlı dolumun yapılması sırasında tozuma olmayacak ve paketin içerisinde %1'den daha az oksijen kalacak şekilde dolum yapılması,**
- **Paketleme sırasında operatörlerin sürekli test yaparak ambalajların iyi kapatılması için gerekli önlemleri alması gibi hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.**

Proje kapsamında, mevcut koşullara kıyasla yerfıstıklarının daha serin ve kuru ortamda ham olarak depolandıklarında kavrulmuş ürünlerin raf ömrüne ne kadar etkisinin olacağı ve kavrulduktan sonra farklı ambalaj ve depolama sıcaklıklarında muhafaza edildiklerinde bu sürenin ne kadar uzatılacağı konuları çalışılmıştır. Bu çalışmaların sadece raf ömrü ile sınırlı kalmayıp daha lezzetli ve daha dayanıklı ürünlerin elde edilmesi için farklı çeşitlerin araştırılması, Osmaniye'de daha dayanıklı yerfıstığı çeşitlerinin ıslahı, kavurma koşullarının uzun raf ömürlü ürünler elde edilmesine yönelik olarak araştırılması gibi konular gelecekte desteklenmesi gereken proje konuları arasına mutlaka alınmalıdır.

4. KAYNAKLAR

- Ali, M.H., Rahman, M.S., Ahmed, G.M., Hossain, M.A., Uddin, M.M. and Gofur, M.A., 1996. Studies on the effect of moisture during storage on major ground nut seed constituents: oil, protein, fatty acids and lipid compositions, *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 30 (1), 93-104.
- Angelo, A.J. St. and Ory, R.L., 1975. (a) Effects of lipid peroxidation during storage on raw and roasted peanut proteins, *Peanut Science*, 2 (2), 41-44.
- Angelo, A.J. St. and Ory, R.L., 1975. (b) Effect of minor constituents and additives upon peroxidation of oil in peanut butter, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 52 (2) 38-40.
- Angelo, A.J. St., Kuck, J.C. and Ory, R.L., 1979. Role of lipoxygenase and lipid oxidation in quality of oilseeds, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 27, 229-234.
- AOAC, 1989. Official methods of analysis, Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Washington DC.
- AOAC, 1995. Official methods of analysis, Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Washington DC.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis, Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Washington DC.
- BAKER, G.L. Flavor formation and sensory perception of selected peanut Genotypes (*Arachis Hypogaea* L.) As affected by storage water activity, roasting, and planting date. PHD Dissertation, University Of Florida. 2002.
- Beringer, H. and Dompert, W.U., 1976. Fatty acid and tocopherol pattern in oil seeds. *Fette Seifen Anstrichmittel*, 78 (6), 228-230.
- Bett KL and Boylston TD, (1992) Effect of storage on roasted peanut quality, in *Lipid Oxidation in Food*, ed. by St Angelo AJ. ACS Symposium Series 500, American Chemical Society, Washington DC, pp. 322-343 .
- Bianco, A.M., Boente, G., Pollio, M.L., Resnik, S.L. Influence of oil content on sorption isotherms of four varieties of peanut at 25°C *Journal of Food Engineering* 47 (2001) 327-331 .
- Bullerman, L.B., Schroeder, K.Y. and Park, K.Y., 1984. Formation and control of mycotoxins in food, *J.Food Protection*, 47, 637-646.
- Cammerer B., Kroh, L.W. Shelf life of linseeds and peanuts in relation to roasting. *LWT - Food Science and Technology*. 42 (2009) 545-549.
- Chiou, R.Y.-Y, Chang, Y., Tsai, T., and Ho, S. 1991. Variation of flavor-related characteristics of peanuts during roasting as affected by initial moisture contents. *J. Agr. Food Chem.* 39(6):1155-1158.
- Chiou, R.Y.-Y. and Tsai, T. 1989. Characterization of peanut proteins during roasting as affected by initial moisture content. *J. Agr. Food Chem.* 37(5):1377-1381.
- CHUN J., LEE, J., EITENMILLER, R.R. Vitamin E and Oxidative Stability During Storage of Raw and Dry Roasted Peanuts Packaged under Air and Vacuum, *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*—Vol. 70, Nr. 4, 2005

- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, Code Of Practice For The Prevention And Reduction Of Aflatoxin Contamination In Peanuts. CAC/RCP 55-2004.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, Report of the Ninth Session of the CODEX COMMITTEE ON CEREALS, PULSES AND LEGUMES Washington, D.C., 31 October - 4 November 1994.
- Dougherty, M.E., 1988. Tocopherols as Food Antioxidants, *Cereal Foods World*, 33, 222-223.
- Dutthie, G.G. 1993. Lipid Peroxidation. *European J. Clinical Nutrition*, 47, 759-764.
- Evranuz, E.O., 2000. Effect of H₂O₂ dip pre-treatment on oxidative stability of unblanched salted roasted peanut, Effect of moisture content and temperature, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102 (3), 189-193.
- Evranuz, E.O., 1993. The effects of temperature and moisture content on lipid peroxidation during storage of unblanched salted roasted peanuts: shelf life studies for unblanched salted roasted peanuts, *International Journal of Food Science and Technology*, 28, 193-199.
- Evranuz, E.O., 2000, The effect of H₂O₂ dip pretreatment on the oxidative stability of unblanched salted roasted peanut: the effects of moisture content and temperature, *European Journal of Lipid Science and Technology* Volume 102, Issue 3, Pages: 189-193.
- Farag, R. S; Abd Elmoien, N.M; Mahmoud, E.A. Antioxidant properties of olive phenolic compounds on sunflower oil stability. *Advances-in-Food-Sciences*. 2002; 24(3): 99-105
- Giner S. A. Gely, M.C., Sorptional Parameters of Sunflower Seeds of Use in Drying and Storage Stability Studies. *Biosystems Engineering* (2005) 92 (2), 217-227.
- Grosso NR and Resurreccion AVA, Predicting consumer acceptance ratings of cracker-coated and roasted peanuts from descriptive analysis and hexanal measurements. *J Food Sci* 67:1530-1537 (2002).
- Hadorn, H., Keme, T., Kleinert, J. and Zürcher, K., 1977. The behaviour of hazelnuts under different storage conditions, *Rev. Choc., Confec., Bakery*, 2, 25-36.
- Keme, T., Messerli, M., Shejbal, J. and Vitali, F., 1983. The storage of hazelnuts at room temperature and nitrogen (1) and (2), *CCB Review for Chocolate, Confectionery and Bakery*, 8 (1), 24-28 and 8 (2), 15-20.
- Labuza, T.P., 1971. Kinetics of lipid oxidation in foods, *CRC Critical Reviews in Food Technology*, 355-405.
- Labuza, T.P., 1982. Shelf Life Dating of Foods. Food and Nutrition Press. Westport, Connecticut.
- Labuza, T.P. 1984, Moisture sorption: practical aspects of isotherm measurement and use. viii + 150pp. ISBN 0-913250-34-1.
- Leonardis, A. de; Macciola, V; Rocco, A. di. Oxidative stabilization of cold-pressed sunflower oil using phenolic compounds of the same seeds. *Journal-of-the-Science-of-Food-and-Agriculture*. 2003; 83(6): 523-528.
- Lustre, A. O., Francisco, M. L. dL., Palomar, L.S. ve Resurreccion, A. V. A., PEANUT CONFECTIONS AND SNACKS, United States Agency for International Development Peanut Collaborative Research Support Program, Project 04 (USA and Philippines) MONOGRAPH SERIES, No. 7, 2007.
- Maté, J. I., Saltveit, M. E. and Krochta, J. M., 1996. Peanut and walnut rancidity: effect of oxygen concentration and relative humidity, *Journal of Food Science*, 61 (2), 465-468, 472.
- Mugendi, J.B., Sims, C.A., Gorbet, D.W., ve O'Keefe, S.F., Flavor Stability of High-Oleic Peanuts Stored at Low Humidity, *JAOCS* 75, 21-25 (1998).

- Nepote, V., Mestrallet M. G, Grosso N., Ryan, R. L., Conci S. (2006) Sensorial and chemical changes in honey roasted peanuts and oasted peanuts stored under different temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture J Sci Food Agric* 86:1057–1063.
- Nepote, V., Marta G. Mestrallet & Nelson R. Grosso. Original article Oxidative stability in fried-salted peanuts elaborated with high-oleic and regular peanuts from Argentina. *International Journal of Food Science and Technology* 2006, 41, 900–909.
- O’Keefe, S.F., Wiley, V.A. and Knauff, D.A., 1993. Comparison of oxidative stability of high and normal oleic peanut oils, *JAOCS*, 70, 489-92.
- Ory, R.L., Angelo, A.J. St., Gwo, Y.Y., Flick, G.J., and Jr, Mod, R.R., 1984. Oxidation-induced changes in foods, *Food Technology*, 38 (3), 49-50.
- Pattee, H.E., Singleton, J.A. and Johns, E.B., 1971. Effect of storage time and conditions on peanut volatiles, *J. Agr. Food Chem.*, 19 (1), 134-137.
- Ragnarsson J.O. and Labuza, T.P., 1977. Accelerated shelf life testing for oxidative rancidity in foods - a review. *Food Chemistry*, 2 (4), 291-308.
- Sanders, T.H., Pattee, H.E. and Singleton, J.A., 1975. Lipxygenase isozymes of peanut, *Lipids*, 10 (11), 681-685.
- Sanders, T.H., Vercellotti, J.R. and Grimm, D.T., 1993. Shelf life of Peanuts and peanut products in *Shelf Life Studies of Foods and Beverages*, Edited by Charalambous, G., Elsevier Sc. Publishers B.V., Amsterdam, Netherlands, 289-309.
- Sanders, T.H., and Pattee, H.E., 1975. Peanut alkaline lipase, *Lipids*, 10 (1), 50-54.
- Sattar, A., deMan, J.M. and Alexander, J.C., 1976. Effect of wavelength on light induced quality deterioration of edible oils and fats, *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 9 (3) 108-113.
- Sattar, A., Jan, M., Ahmad, A., Hussain, A. and Khan, I., 1989. Light induced oxidation of nut oils, *Die Nahrung*, 33 (2), 213-215.
- Seyhan, F., 2001. Properties And Thermal Inactivation Kinetics Of Lipase And Peroxidase From Hazelnut In Relation To Natural Hazelnut Meal Stability Doktora Tezi. İTÜ
- Sisman, C.B. Quality losses in temporary sunflower seed stores and influences of storage conditions on quality losses during storage. *Journal of Central European Agriculture*. Volume 6 (2005) No. 2 (143-150).
- St Angelo AJ, Lipid oxidation in food. *Crit Rev Food Sci Nutr* 36:175–224 (1996).
- Talcott, S.T., Duncan, C.E., Pozo-Insfran, D.D., Gorbet, D., Polyphenolic and antioxidant changes during storage of normal, mid, and high oleic acid peanuts, *Food Chemistry* 89 (2005) 77–84.
- Tsengve Ho, 1991. Characteristics of peanut kernels roasted under various atmospheric environments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 39 (10) 1852-1856.
- Woodroof JG, Peanuts: Production, Processing, Products (3rd edn). AVI, Westport, CT, pp. 8–10 (1983).

