



TÜM KURUYEMİŞ SANAYİCİLERİ
VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ
TÜKSIAD



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
EKONOMİ BAKANLIĞI



KURUYEMİŞ OLARAK TÜKETİLEN AY ÇİÇEĞİ ÇEKİRDEĞİNİN RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ VE KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ARAŞTIRMALAR PROJESİ SONUÇ RAPORU

TÜKSIAD

TÜM KURUYEMİŞ SANAYİCİLERİ VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ



**KURUYEMİŞ OLARAK TÜKETİLEN
AY ÇİÇEĞİ ÇEKİRDEĞİNİN
RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ VE
KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK
ARAŞTIRMALAR
5124106**

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

Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. 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

10.05.2015

ISBN 978-605-86446-1-8

*Bu raporlardaki verilere uyulmaksızın üretilecek ürünlerden TÜBİTAK MAM sorumlu değildir.
Bu rapor kurumdan izin alınmadan reklam amaçlı kullanılamaz.
Bu rapordaki bilgiler kaynak gösterilerek kullanılabilir.*

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
İlknur Demirtaş	GE		Araştırmacı
Fuat Arslan	GE		Teknisyen
Vedat Yalçinkaya	GE		Teknisyen
Şenol Erdoğan	GE		Teknisyen
Vedat Yalçinkaya	GE		Teknisyen
Ebru Çalı	GE		Teknisyen
Aylin Demirel	GE		Teknisyen
Gökmen Serdar	GE		Teknisyen
Tamer Işık	GE		Teknisyen



Muammer ÇAPUTÇU

TÜKSIAD Yönetim Kurulu Başkanı

Tüm Kuruyemiş Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜKSIAD) 2008 yılında kuruyemiş sektörünün rekabet gücünü artırmak ve sektör içi işbirlikleri kurmak amacıyla kurulmuş bir sivil toplum örgütüdür. Derneğimiz kuruluşundan bu yana bir yandan kurumsal yapısını güçlendirirken, diğer yandan da dünyada ve dünya ile paralel olarak ülkemizde değişen ekonomik koşulları, tüketici davranışlarını ve yeni eğilimleri takip ederek sektörümüzün ve firmalarımızın değişen düzene uyumunu sağlamak amacıyla faaliyetlerini sürdürmektedir.

Ülkemizde geleneksel olarak yoğun bir şekilde tüketilen kuruyemişler, dünyada ve dünya ile paralel olarak Türkiye’de sağlıklı beslenmenin giderek popülerleşmesiyle birlikte sahip oldukları besin değerleri göz önüne alınarak sağlıklı beslenme listelerinin en önemli kalemlerinden biri hâline gelmiştir. Bu eğilim, bizleri yeni bir tüketici profiliyle karşı karşıya bırakmış, ürünlerimizi, üretim biçimlerimizi, ürünlerimizin pazara sunum biçimleri ile pazarda konumlandırılmasına yönelik stratejilerimizi bir bütün olarak gözden geçirme ihtiyacını doğurmuştur.

Bu doğrultuda, hem iç hem de dış pazarda öncelik vermemiz gereken konuların başında raf ömrü ve kalitenin geldiği tespit edilmiş, ürünlerimizin raf ömürlerinin ve kalitelerinin iyileştirilmesine yönelik bilimsel bir çalışma yaptırılması fikri ilk defa 2011 yılında TÜKSIAD Yönetim Kurulu’nun gündemine girmiş ve ülkemizin en saygın araştırma kuruluşlarından biri olan TÜBİTAK-MAM Gıda Enstitüsü ile bir proje fikri çerçevesinde bir araya gelinmiştir.

Üretim süreçlerinde en fazla bozulmaya uğrayan ve ekonomik kayıplar yaşadığımız yer fıstığı ve ay çiçeği çekirdeği ürünlerimize öncelik verilmesine karar verilmiş, yer fıstığı araştırmalarımıza 2012 yılında başlanmıştır. ‘Osmaniye Yer Fıstığının Raf Ömrünün Belirlenmesi ve Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Araştırmalar Projesi’ kapsamında ulaşılan önemli sonuçlar Mart 2015’te Osmaniye’de gerçekleştirdiğimiz bir konferans ile sektör temsilcileriyle paylaşılmış, Sonuç Raporu bir kitap hâline getirilerek üyelerimiz, ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile gıda ve ziraat mühendisliği bölümleri bulunan üniversiteler ile paylaşılmıştır.

Yer fıstığı projemiz devam ederken Ekonomi Bakanlığı’nın 2010/8 Uluslararası Rekabetçiliğin Geliştirilmesinin Desteklenmesi Tebliği (UR-GE) kapsamında yürütmekte olduğumuz ‘Kuruyemiş Sektörüne Yönelik Uluslararası Rekabet Yeteneğinin Geliştirilmesi Projesi’ kapsamında ay çiçeği çekirdeği konusunda yapılacak araştırmalar bir teknik danışmanlık programı olarak Ekonomi Bakanlığı’na sunulmuş ve desteklenmesine karar verilmiştir.

‘Kuruyemiş Olarak Tüketilen Ay Çiçeği Çekirdeğinin Raf Ömrünün Belirlenmesi ve Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Araştırmalar Projesi’ kapsamında ürünümüzün hasat, depolama, işleme ve paketleme süreçlerinde geçirdiği fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar tespit edilmiş ve tedarik ve üretim süreçlerinin tamamı için uygulandığında ay çiçeği çekirdeğinin kalite ve raf ömrünü geliştirecek sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Araştırmalar süresince ulaşılan ara sonuçlar raporlanmış, Eylül 2014’te gerçekleştirilen ‘TÜKSIAD İstanbul Buluşması ve Kaliteli Kuruyemiş Üretim Teknikleri Toplantısı’nda ilk ara raporun sonuçları üyelerimizle paylaşılmıştır.

Projemiz kapsamındaki araştırmalar Aralık 2015’te tamamlanmış, Mart 2016’da da Sonuç Raporu Derneğimiz ile paylaşılmıştır. Yer fıstığı projemizde olduğu gibi ‘Kuruyemiş Olarak Tüketilen Ay Çiçeği Çekirdeğinin Raf Ömrünün Belirlenmesi ve Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Araştırmalar Projesi Sonuç Raporu’nun da bir kitap hâline getirilmesinin projemizin sonuçlarını kalıcı kılacağını, firmalarımızdaki teknik personelin bu kitaba üretim süreçlerinde ihtiyaç duydukları her an başvurabilecekleri bir kaynak olarak kullanacaklarını düşünüyorum.

İç pazarda miktar olarak en fazla tükettiğimiz, dış pazarda dünya lideri olduğumuz fındık ve kuru meyvelerin ardından yine miktar olarak en fazla ihraç ettiğimiz ürün olan ay çiçeği çekirdeği üretiminde proje sonuçlarına bağlı olarak üretim süreçlerimizde yapacağımız iyileştirmelerle sektörümüzün ve firmalarımızın rekabet gücünün artacağını umuyorum.

Projenin fikir aşamasından itibaren katkı sağlayan tüm Yönetim Kurulu üyelerimize, projemiz kapsamında tesislerini araştırmalarımız için kullanıma açan üyelerimiz Canat Kuruyemiş ve Adalılar Kuruyemiş’e, projemizin eş-finansmanını sağlayan Ekonomi Bakanlığı KOBİ ve Kümelenme Destekleri Daire Başkanlığı’na ve özverili çalışmaları ve emekleri için Proje Yürütücüsü Dr. Ferda SEYHAN başta olmak üzere TÜBİTAK-MAM Gıda Enstitüsü’ndeki Proje Ekibi’ne 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 atılmıştır.

Projenin ayçiçeği çekirdekleri ile ilgili çalışmalar, Ekim 2013 hasat döneminden sonra başlamış ve hasat sonrası, hasattan 8 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 organize edilmiştir.

Bu rapor kapsamında sadece ayçiçeği çekirdekleri ile ilgili olan çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar doğrultusunda yapılacak uygulamalar ve alınacak önlemler ile ülkemizde üretilen ayçiçeği çekirdekleri 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 ayçiçeği çekirdeklerinde zamanla oluşan acımsı tat nedeni ile tüketici şikâyetleri ve ürünlerin geri iadeleri en aza indirgenebilecektir.

Güvenilir, kaliteli ve sağlıklı ürünlerin topluma sunulması amacı ile “Ayçiçeği çekirdekleri 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, ayçiçeği çekirdeklerini temini, LOKAL depo ortamının oluşturulması, örneklerin ve alınan kayıtların zamanında teslimi konusunda projemize destek veren CANAT KURUYEMİŞ VE GIDA Sanayi’ne, kullanılan ambalaj malzemelerinin temini ve ayçiçeği çekirdeklerinin işlenmesi, normal ve azotlu koşullarda paketlenmesinde tesislerini proje çalışmaları için kullanıma açan ADALILAR KURUYEMİŞ GIDA SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.’ne sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

TÜM KURUYEMİS SANAYİCİLERİ
VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ
TÜKSİAD


TÜBİTAK
MAM


TÜRKİYE CUMHURİYETİ
EKONOMİ BAKANLIĞI

 **UR-GE**

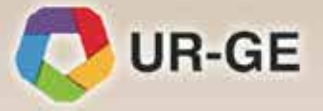


İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	9
1.1. KURUYEMİŞLERİN BOZULMA NEDENLERİ	11
1.2. DEPOLAMA SÜRESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	14
1.3. AYÇİÇEĞİ ÇEKİRDEKLERİNİN DEPOLANMASI	19
1.4. AYÇİÇEĞİ ÇEKİRDEKLERİNİN DOĞRU HASAT ve DEPOLAMA UYGULAMALARI	22
2. PROJE BİLGİLERİ	23
2.1. AMAÇ	23
2.2. KAPSAM	23
2.3. YÖNTEM	23
3. SONUÇLAR.....	25
3.1. İŞLENMEMİŞ (HAM) AYÇİÇEĞİ ÇEKİRDEKLERİNİN DEPOLANMASI VE KALİTE ÖZELLİKLERİ	28
3.2. KAVRULMUŞ ÜRÜNLERİN PAKETLİ (NORMAL, AZOTLU) OLARAK DEPOLANMASI VE KALİTE ÖZELLİKLERİ	35
3.3. İHRACATA YÖNELİK KAVRULMUŞ ÜRÜN VERİLERİ (DEOKSİDİZER, VAKUM)	44
3.4. DUYUSAL TESTLER.....	48
4. SONUÇ	53
5. KAYNAKLAR	55



TÜM KURUYEMİS SANAYİCİLERİ
VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ
TÜKSİAD



1. GİRİŞ

Kuruyemiş başta sert kabuklu meyveleri (badem, fındık, fıstık, ceviz) kapsamakta olup kuru incir, kuru kayısı ve üzüm gibi kuru meyveleri ve ay çekirdeği, kabak çekirdeği, leblebi, yerfıstığı gibi ürünleri de içermektedir. Ülkemizde farklı çeşit kuruyemiş ürünleri işlenmektedir. Kuruyemişler bilinen en eski besin kaynaklarından olup, Türk mutfağında yemek, salata ve tatlılara lezzet vermesi için katılan, aynı zamanda çerez olarak da sıklıkla tüketilen gıda ürünleridir. Kuruyemişler kabuklu ya da kabuğu çıkarılmış bütün halde, çiğ veya kavrulmuş, tuzlu, şekerli, baharatlı halde işlenebilmekte ve ambalajlanabilmekte olup, çoğunluğu kabuksuz ve işlenmiş olarak tüketiciye sunulmaktadır.

Türkiye kuruyemiş tüketimi açısından dünyada ilk sıralarda yer almakta olup, İran ve Çin'den sonra üçüncü sıradadır. Dünyada kuruyemiş tüketimi yıllık kişi başına 1 kg civarındayken, bu oran Türkiye'de yıllık 3-3,5 kg'dır. Bu oranda kuruyemişin bizim geleneksel kültürümüze girişinin yüzyıllar öncesine dayanmasının da önemli bir payı vardır. Türkiye'de 250 bin ton kuruyemiş tüketimi olup, bu tüketimin yüzde kırkı ay çekirdeğidir. Türkiye'de kuruyemiş sektörü önemli ihracat potansiyeline sahip olup, ülke ekonomisine önemli derecede katkı sağlayabilecek bir sektördür.

Kuruyemişler besin değeri açısından çok zengin olup, farklı kuruyemişler farklı besleyici özelliklere de sahip olabilmektedir. Önemli mineral kaynağı olan kuruyemişler, kalp-damar sağlığı açısından önemli rol oynayan ve kalp krizi riskini azaltmaya yarayan doymamış yağ asitleri içermektedirler. Ayrıca, kuru yemişler vitamin içeriği açısından da son derece önemlidir. Ancak, kuruyemişler diğer ürünler gibi depolama aşamasında bağıl nem, ısı ve oksijenin etkisi ile bozulmakta, kalitelerinde ve duyu özelliklerindeki değişim nedeni ile tüketilemez hale gelmektedir. Özellikle yağlı tohumlarda bulunan E vitamini (tokoferoller) hem sağlık açısından hem de antioksidan özellikleri ile ürünlerin raf ömrü açısından son derece önemlidir (Alpaslan ve Gündüz, 2000). Kavurma sırasında yüksek sıcaklığa bağlı koşullarının etkisi ve devamında kötü depolama koşulları ile tokoferol içeriği azalmaktadır (Beringer ve Dompert, 1976, Dougherty, M.E., 1988, Farag ve ark., 2002). Ayçiçeği besleyici özellikleri açısından çok değerli bir yağlı tohum olup USDA verilerine göre bileşen özellikleri Tablo 1.1'de verilmiştir (USDA, Nisan 2016).

İnsanların tüketimindeki artışa bağlı olarak ayçiçeği üretimi son yıllarda artmıştır, bunda şüphesiz ki ayçiçeğinin toprak ve iklime rahatlıkla adapte olabilme özelliği de önem taşımaktadır. Depolama esnasında tohum kalitesini etkileyen faktörler; en önemli parametre olan tohumun başlangıç kalitesi, sıcaklık, nem, oksijen, paketleme gibi depolama koşullarıdır (St. Angelo vd. 1979, St. Angelo, 1996). Buna ilave olarak türlerin karakteristik özelliklerinin de oldukça önemli olduğu unutulmamalıdır. Depolama esnasındaki paketleme uygun olduğu takdirde ürünün bozunma , solunum hızı azalır ve başlangıç nemi sabitlenerek ürünün stabilitesi artar (Tonin and Perez, 2006).

Tablo 1.1. USDA (Nisan 2016) verilerine göre kurutulmuş ay çekirdeği besin öğeleri aşağıdaki gibidir.

Bileşen	Birim	100 g' daki değeri
Su	g	4,7
Enerji	kcal	584
Protein	g	20,8
Toplam yağ	g	51,5
Kül	g	3,02
Karbonhidrat	g	20
Toplam diyet lif	g	8,6
Toplam şeker	g	2,6
Sukroz	g	2,5
Mineraller		
Kalsiyum	mg	78
Demir	mg	5,3
Magnezyum	mg	325
Fosfor	mg	660
Potasyum	mg	645
Sodyum	mg	9
Çinko	mg	5
Bakır	mg	1,8
Manganez	mg	1,9
Selenyum	µg	53
Vitaminler		
Vitamin C	mg	1,4
Tiamin	mg	1,5
Riboflavin	mg	0,4
Niasin	mg	8,3
Pantenoik asit	mg	1,1
Vitamin B-6	mg	1,4
Toplam Folat	µg	227
Toplam Kolin	mg	55,1
Betain	mg	35,4
Vitamin A	µg	3
Beta Karoten	µg	30
Vitamin A	IU	50
Vitamin E (alfa tokoferol)	mg	35,2
Lipidler		
Doymuş toplam yağ asidi	g	4,5
Toplam tekli doymamış yağ asidi	g	18,5
Toplam çoklu doymamış yağ asidi	g	23,1

Ayçiçeği çekirdeği yağlar tebliğine göre ayçiçek yağının serbest yağ asidi rafine yağlarda en çok 0,6 mg KOH/g yağ, soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda en çok 4,0 mg KOH/g yağ, peroksit sayısı ise rafine yağlarda en çok 10 meş aktif oksijen/kg yağ, soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda en çok 15 meş aktif oksijen/ kg yağ olmalıdır.

Ayçiçeği çekirdeği gibi doymamış yağ oranı yüksek olan kuruyemişler, uzun süre depolama süresince oksidasyona maruz kalabildiğinden bu ürünlerde kötü tat, koku ve acılaşıma oluşmaktadır (Anjum vd, 2006, Dutthie, 1993) .

Kuruyemişlerde 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 acılaşıma, lezzet ve besin değeri kaybı, aflatoksin oluşumu gibi kaliteyi olumsuz yönde etkileyen faktörler ortaya çıkmaktadır. Ürünün paketlenmesi sırasında bozuk ürünlerin ayıklanması, ihracatta yaşanan geri dönüşler ekonomik kayıpların artmasına neden olmakta dolayısıyla ülke ekonomisi de zarara uğramaktadır.

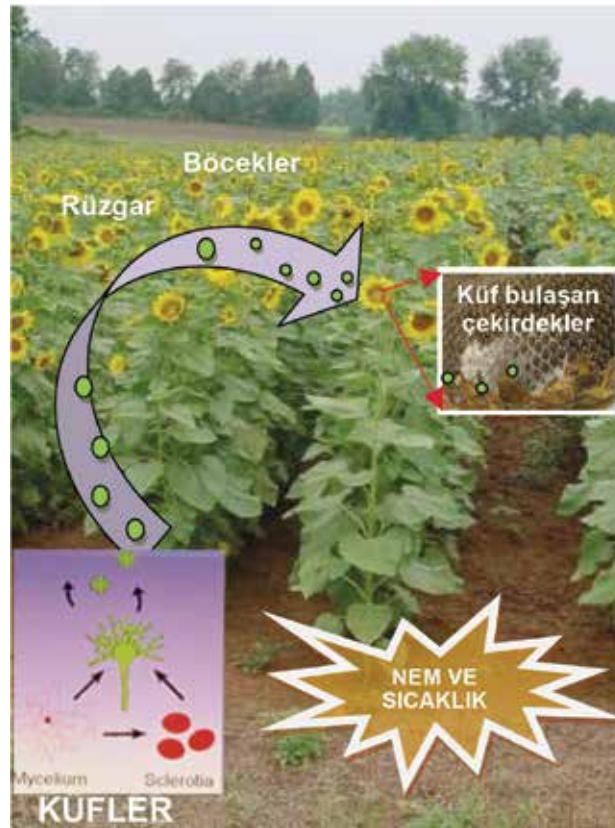
1.1. KURUYEMİŞLERİN BOZULMA NEDENLERİ

Kuruyemişlerin bozulması birbirlerini etkileyebilen farklı mekanizmalarla olabilmekte, birisinin başlaması diğerinin oluşmasına yol açabilmektedir. Bozulmalar 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).

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.

Kuruyemişlerde 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 kuruyemişlerde 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. 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. Küflerin bulaşma şekli ve tarlada mikotoksin oluşumu

Aflatoksin oluşumu, ortam bağıl nemi ile dolayısıyla ürünün su aktivitesiyle 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).

Hasat işlemleri sırasında toprak ile temas yetersiz düzeyde kurutma küflerin üremesine ve devamında aflatoksin oluşumuna neden olur. Küf gelişimi tarlada başlar ve hasat ve depolama işlemleri sırasında artış gösterir. Aflatoksin %85 bağıl nemin üzerindeki koşullarda oluşan ve doğal koşullarda oluşan karsinogen bir maddedir. Aflatoksin açısından minimum risk için fıstıkların hızla kurutulurken 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 duyuşal 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. Kuru yemişlerin uzun raf ömrüne sahip olması için alınması gereken tedbirlerin başında hasadın ve kurutmanın uygun şekilde en kısa sürede yapılmasıdır. 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 acılaşma (yağda oluşan metalik yağ tadı) Şekil 1.2 şematik olarak görüldüğü gibi yağların sıcaklık, nem, ışık gibi ortam koşulları ve ya enzimlerin etkileri ile hidroperoksitlere 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 hidrokarbonlar) oluşması ile açığa çıkar (St Angelo, 1996).

Kuruyemişlerde biyokimyasal kalite kayıpları genellikle acılaşma 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 Acılaşma

Yağın oksidasyonu, tat ve kokunun bozulmasına ve raf ömrünün ksalmasına neden olmaktadır. Yağın acılaşması, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ile sonuçlanan karmaşık kimyasal tepkimeler zinciridir (Pattee ve ark, 1971). Temel olarak, başlangıçta oluşan serbest radikaller hidroperoksit oluşumuna ve hidroperoksitler de birçoğu toksik etki gösteren son ürünlerin oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca, reaktif ürünler olan serbest hidroksil radikaller protein, nükleik asit gibi biyomoleküllerin yapısını bozabilmektedir (Duthie, 1993).

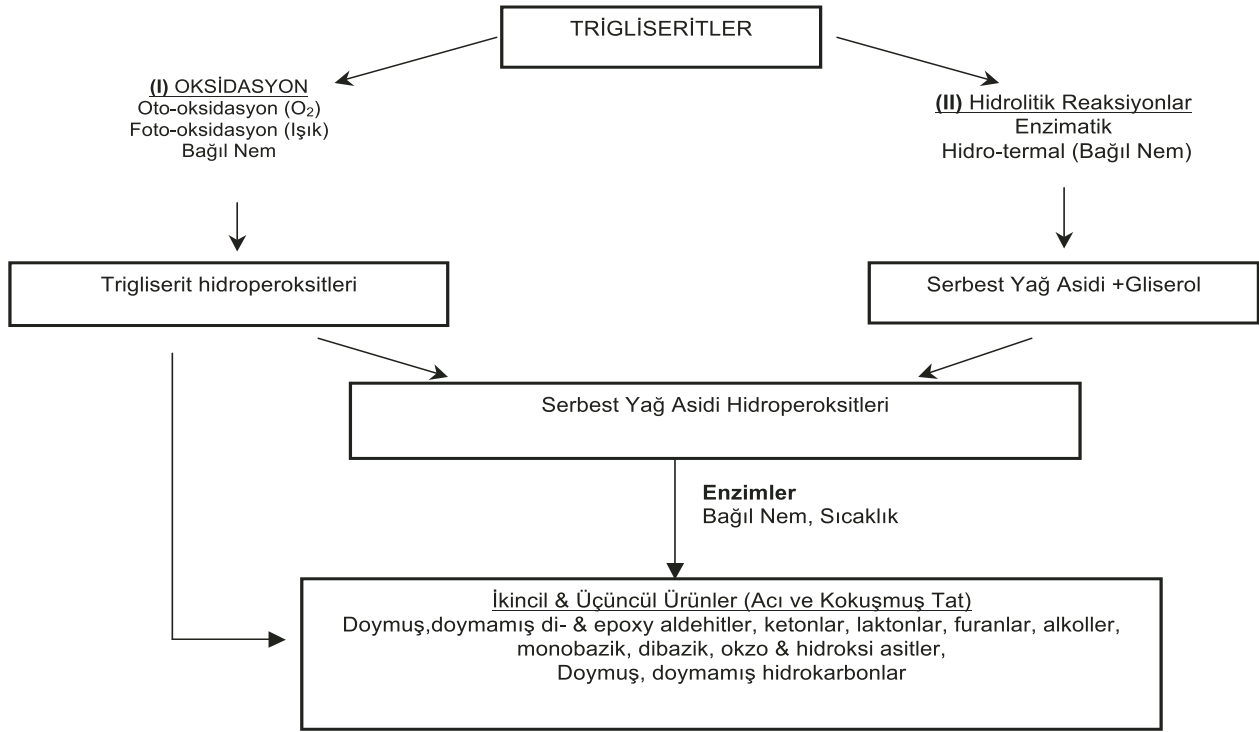
Ayçiçeği çekirdeğinde bulunan yağlar, hidrolitik oksidasyon ve kimyasal oto-oksidasyon sonucu acılaşmaktadır (Beringer ve Dompert, 1976, Evranuz, 1993). İlkinde acılaşma enzimlerin (peroksidaz, lipooksigenaz, esteraz, vb) etkisi ile ve diğerinde ise yüksek miktardaki doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu olmaktadır (Sanders ve ark., 1975, Seyhan, 2001, Sanders ve Pattee, 1975).

Yağının oksidasyonu yağın kompozisyonu, içerdiği enzimler, antioksidantlar ve iz metaller tarafından etkilenmektedir. Yüksek bağıl nem ve sıcaklık, bu değişimi 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 değeri 1 kg yağdaki peroksit miktarını veren değerdir ve birimi milieşdeğer (meş) olarak verilir. Acılaşma (ransit) tadı ile peroksit değeri arasındaki ilişki yağın tipine bağlı olup, en iyi tat paneli ile anlaşılabilir. Tipik acılaşma, okside tatlar karbonil tipteki bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Peroksit değerinin stabil bir değer olmadığına dikkat etmek gerekir. Peroksit değeri ile acılaşma arasında genel bir kural oluşturulması çok zordur. Peroksit değeri taze yağlarda 10 meş O₂/kg'dan az olması gerekir, peroksit değeri genellikle 30 ve 40 meş/kg iken ransit/acılaşma tadı hissedilebilir. Genellikle standartlara göre kavrulmuş sert kabuklu meyvelerin yağlarında peroksit değerinin <40 meş O₂/kg yağ olması gerekmektedir. Bu değeri geçen ürünler pazar değerini ve yenebilme özelliğini kaybetmektedir.

Hidrolitik Acılaşma

Kuruyemişlerin depolanması ve işlenmesi sırasında acılaşma (yağda oluşan metalik yağ tadı) Şekil 1.1 şematik olarak görüldüğü gibi yağların sıcaklık, nem, ışık gibi ortam koşulları ve ya enzimlerin etkileri ile hidroperoksitlere 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 hidrokarbonlar) oluşması ile açığa çıkar (St. Angelo vd., 1979).



Şekil 1.2. Acılaşma mekanizması (Ragnarsson and Labuza, 1977; Sanders ve ark., 1993 çalışmalarına göre uyarlanmış).

1.2. DEPOLAMA SÜRESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

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 (St. Angelo vd., 1979). Depolama kararlılığı işleme koşullarında uygun teknolojiler kullanarak veya depolama koşullarını iyileştirerek sağlanabilir. Yağ oranı yüksek ayçekirdeği gibi kuruyemişlerde en önemli kalite kaybı acılaşmadır. Bu ürünler lipid oksidasyonu veya hidrolizi ile acılaşırlar. Bozulma mekanizması Şekil 1.2’de verilmiş ve ilgili bölümde acılaşma ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Ürünlerin bozulması serbest yağ asitlerinin hidroperoksitlerde 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 aldehytler, ketonlar, laktonlar, furanlar, alkoller, monobazik, dibazik, okzo & hidroksi asitler, doymuş, doymamış hidrokarbonlar gibi ikincil, üçüncül ürünlere dönüşürler (Ragnarsson ve Labuza, 1977; Hadorn ve Zürcher, 1977 ve Sanders et al., 1993).

Bu bozulma mekanizması oksijen, ışık, ısı, su aktivitesi, mikroorganizmalar, metal iyonları, yağ asitleri ve enzimler gibi birçok faktör tarafından hızlandırılmaktadır. (St. Angelo vd., 1979). Lipid oksidasyonu başlangıcında oluşan hidroperoksitler otooksidasyon ürünüdürler ve tatsızdırlar. Bu nedenle hidroperoksitler çok miktarda olsa bile tat olarak algılanmayabilirler. Acılaşma tadını veren hidroperoksitlerin parçalanmış ürünleridir. Buna neden olan en önemli aktörler sıcaklık ve enzimlerdir. Diğer taraftan ayçiçeği çekirdeklerinin raf ömürleri çeşit, doymamış yağ asitleri oranı (oleik, linoleik and linolenik asitler), mineraller, tanede doğal olarak bulunan antioksidantlar (E Vitamini) veya ince zarda yoğun olarak bulunan fenolik maddelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Mineraller

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

Yağ asitleri kompozisyonu

Doymamış yağ asitleri ayçiçeği çekirdeğinin 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. Bu nedenle yağ asitlerinin ayçiçeği çekirdeği yağındaki konsantrasyonu oksidasyon hızı, aroma kaybı ve dolayısıyla raf ömrü açısından son derece önemlidir. Flagella vd., (2002) yüksek oleik asit içeren ayçiçeği çekirdeklerinin daha yüksek oksidatif kararlılıkta olduğunu ve daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Antioksidanlar (Tokoferoller, Fenolik maddeler)

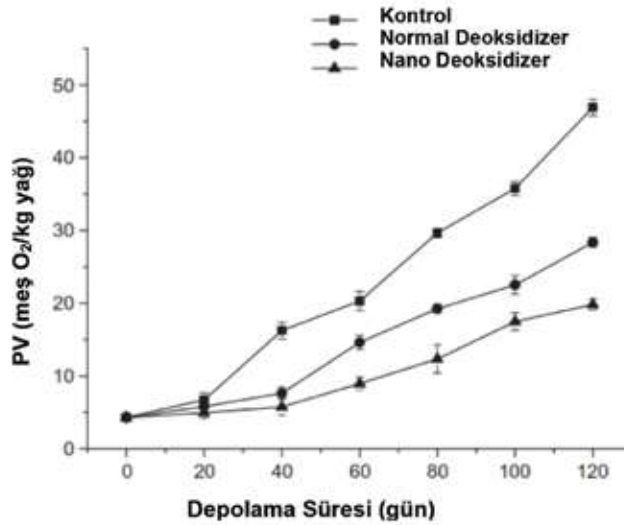
Tokoferoller yağlı tohumlu meyvelerde doğal olarak bulunur ve doymamış lipidlerin oksidasyonu sonucu oluşan serbest radikalleri nötrleyerek acılaşmayı ve kötü tat-koku oluşumunu yavaşlatırlar (Dougherty, M.E., 1988). Tokferol seviyesi yüksek olan yağlı tohumlu meyveler oksidasyona karşı daha dayanıklı olurlar. O'Keefe ve ark. (1993) yüksek linoleik acid/oleik asit oranı ve tokoferol miktarı (0.14-20mg/100g) nedeni ile bademlerin oksidasyon kararlılığının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Beringer ve Dompert (1976) fındık ve bademlerdeki tokoferolün daha çok a-tokoferol olduğunu belirtmişlerdir. a-tokoferolün E vitamini özelliğinin g-tokoferolden 7 kat daha fazla olduğu kaydedilmiştir. Velasco vd. tokoferollerin ayçiçeği çekirdeğinin en önemli antioksidan aktivitesi olan bileşiği olduğunu ve içeriğinin genotip ve iklim koşullarına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. İspanyada 36 ayçiçeği hibriti 13 farklı lokasyondan örneklemeye yapılarak tokoferol içeriği açısından incelenmiş ve tokoferol içeriğinin çekirdekte 314,5 – 1024.5 mg/kg ve yağda 88.4 – 1872.8 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Tokoferol ve yağ içeriği arasında bir ilişki tespit edilmemiş olup, dayanıklı çeşitler için genotip x lokasyon özelliklerinin incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

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 paketlenmelidir. 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 paketlemem naturel ve az ısı işlem görmüş ürünlerin raf ömrünü etkilememiştir (Mate et al., 1996). Oksijensiz ortamda oto-oksidasyon ve enzimlerden kaynaklanan hidrolizin yavaşladığı kaydedilmiştir. Ancak Keme et al. (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 hidroperoksidenlere okside olmakta ve kısa zincirli karbonil ürünlere parçalanmaktadır (Ory et al., 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 ayçiçeği çekirdekleri karbondioksit veya azot gazı ile paketlenmelidir. Araştırmacılar sadece soğutma işleminin oksijen bulunduğu ortamlarda yeterli olmadığını belirtmektedirler (St. Angelo vd, 1976 ve Evranuz,1993).

Mu vd., (2013) farklı oksijen tutucuların (deoksidizer) kavrulmuş ayçiçeği çekirdekleri üzerine etkisini incelemiş ve Şekil 1.3 'de de görüldüğü gibi oksijenin ortamdaki uzaklaştırılması ile ayçiçeği çekirdeğinin peroksit değerinin 120 gün içerisinde en az iki katı daha az arttığı, hatta nano boyutta demir partiküllerinin daha etkin deoksidizer özelliği göstermiş olduğu ve böylece oksidasyonu daha da yavaşlattığı tespit edilmiştir.



Şekil 1.3. Farklı oksijen tutucuların (Deoksidizer) kavrulmuş ayçiçeği çekirdekleri üzerine etkisi

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 depolanabilmişlerdir. Kaya, vd, (1993) renkli şişede depolanan ayçiçeği yağlarının şeffaf şişeye kıyasla daha uzun süre muhafaza edilebildiklerini belirtmiştir.

Sıcaklık

Ayçiçeği çekirdeği gibi yağlı ürünler için sıcaklığın etkisinin raf ömrü için çok önemlidir. Ancak bu tür ürünler için bağıl nemin raf ömrüne olan etkisi sıcaklıktan daha fazladır (Labuza, 1971, Hadorn et al., 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.

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 1.2 de verilmiştir (Labuza, 1984).

Tablo 1.2. Mikroorganizmaların gelişmesinde ortalama su aktivitesi sınırları

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

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 değerlerin 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).

Raf ömrü, gıdanın duysal, 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.

Kuruyemişler, çoğunlukla kabukları ile birlikte, büyük ambalajlarda kitle halinde depolanmakta ve zaman zaman işlenerek piyasaya verilmektedir. Kuruyemişlerin raf ömrü, ambalajın özelliklerine de bağlıdır. Kuruyemişlerin 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, acılaştırmanın 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 istiflenme 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.

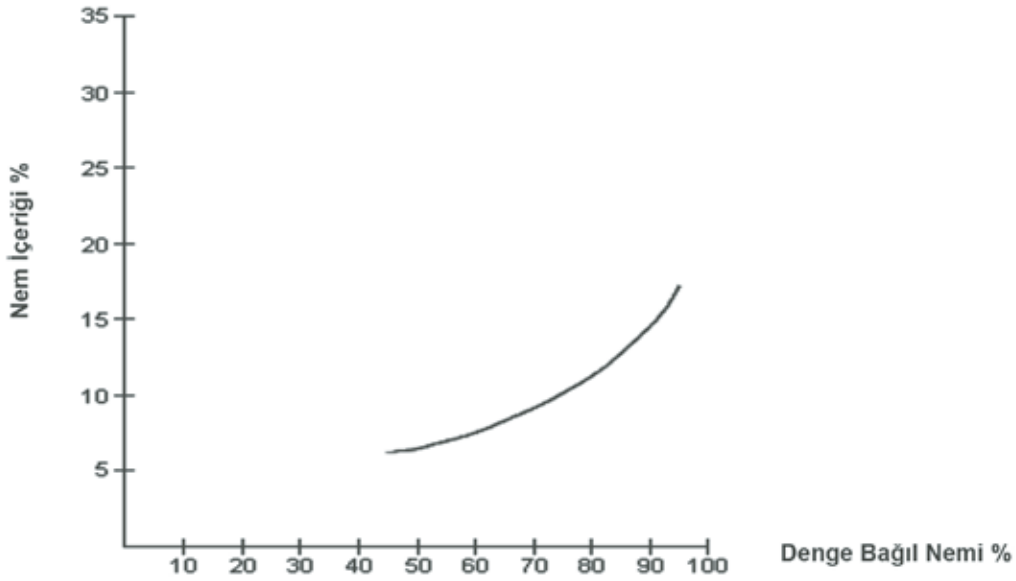
Genellikle ülkemizde küçük üreticiler tarafından depo faktörlerinin kontrol edilemediği depolar kullanılmaktadır. Depo olarak özel inşa edilmiş odalar kullanıldığı gibi ambarlar, kilerler, bodrumlar ve özel malzemelerden yapılmış kulübeler de kullanılmaktadır. Depo amacıyla kullanılan bu yerlerin nem 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 ayçiçeği çekirdeklerinin 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, ısınlarla 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.

1.3. AYÇİÇEĞİ ÇEKİRDEKLERİNİN DEPOLAMASI

Ayçiçeği çekirdeği için 20°C'de eş sıcaklık eğrileri (sorpsiyon izotermi) Şekil 1.3 de verilmiştir. Sorpsiyon izotermi dikkate alınarak belirlenen güvenli depolama nem/bağıl nem değerleri ise Tablo 1.2'de verilmektedir. Çerezlik ayçiçeği çekirdeğinin fiziksel özellikleri Türk Standartlarında (TS 12714, Nisan 2001) belirlenmiş ve Tablo 1.3'de verilmiştir.



Şekil 1.3. Ayçiçeği çekirdeğinin 20°C'de sorpsiyon izotermi

Tablo 1.2. Ayçiçeği çekirdeği için güvenli depolama nem/bağıl nem değerleri

Özellik	Ayçiçeği çekirdeği
Bağıl Nem	70%
Nem İçeriği iç olarak	7.0%
kabuklu	9.5%

Tablo 1.3. Çerezlik ayçiçeği çekirdeğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (TS 12714, Nisan 2001)

Çerezlik ayçiçeği tipi	En çok % (m/m)				
	Yağ	Nem	Yabancı madde	Bozuk dane	Boş dane
I.TİP	28	9	2	0.5	0.5
II.TİP	36	8	3	1	1

Ayçiçeği çekirdeği %20-50 oranında değişen değerlerde yağ oranı yüksek bir üründür. Yağ oranına bağlı olarak ayçiçeği çekirdeklerinin güvenli depolama nem içerikleri farklılık göstermektedir (Tablo 1. 4). Su aktivitesi yağın oksidasyonunu etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Labuza, 1971). Mikrobiyal aktivite sonucu bozulma kadar, kötü tat ve kokuların açığa çıkmasına neden olan acılaşma da yağlı ürünlerin kalitesinin korunmasında önemli problemlerden biridir. Ayçiçeği çekirdeğinin sorpsiyon izotermi konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Giner ve Gely, 2005). Kalitenin korunması için işleme ve depolama sırasında en uygun koşulların belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Tablo 1.4. Farklı yağ oranlarındaki ayçiçeği çekirdeği için güvenli depolama nemi**Güvenli Depolama Nemi**

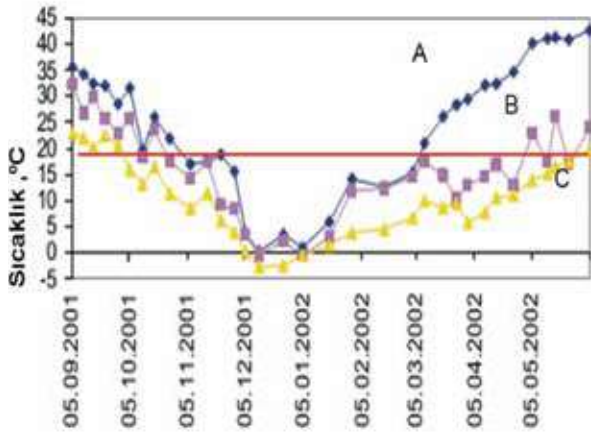
	%Yağ	16, °C	25, °C	39, °C	Kaynaklar
Super 530	20,2	9,8	9,5	9,0	Rovedo ve ark., 1993
Super 407	33,4	8,3	7,9	7,3	Rovedo ve ark., 1993
Paraiso 30	38,9	8,2	8,0	7,7	Giner ve Gely, 2005
IS 7111	43,7	7,7	7,5	7,1	Mazza ve Jayas, 1991

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.

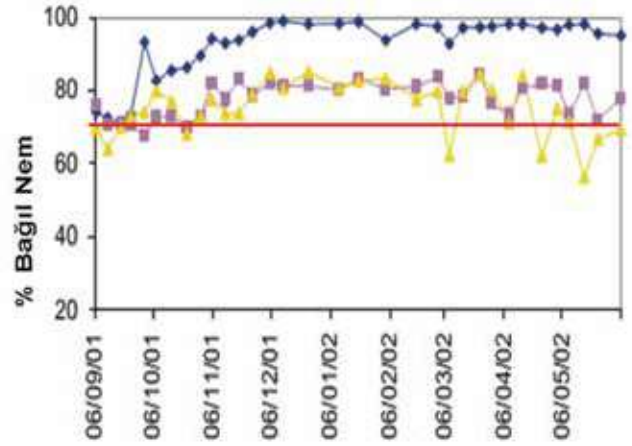
Kuruyemiş kalitesinin iyileştirilmesi ekonomik kayıpların yanı sıra insan sağlığı ve beslenmesi açısından da önemlidir. Ayrıca lezzet kaybına bağlı olarak tüketim miktarı azaldığından pazar kaybı da oluşmaktadır. Kuruyemiş ürünlerinin hasattan itibaren ambalaja girip tüketime hazır hale gelene kadar ki raf ömrünün, dolayısıyla kalitesinin iyileştirilmesi ile ilgili problemler ve ekonomik kayıplar en aza indirgenebilir.

Trakya Bölgesinde ayçiçeği çekirdeğinin depolanması ile ilgili Şişman vd.'nin (2005) yapmış olduğu kapsamlı çalışmada sıcaklık ve bağıl nem artışı ile üründe acılaştırmanın (oksidasyonun) göstergesi olan serbest yağ asitliğinin arttığı belirtilmiştir (Şekil 1.4 a, b, c). Naylon zeminli geçici depodaki ürünlerin serbest yağ asitliği (SYA) 4 ay depolamadan sonra artmaya başlamış ve artış Mart ayından sonra sıcaklık artışı ile birlikte hızlanmış, 9 ay depolama sonrasında SYA %8'e yaklaşmıştır. Oysaki havalandırılmalı beton depoda muhafaza edilen ürünlerdeki serbest yağ asitliği artışı daha yavaş olmuş ve 9 ay depolama sonrası SYA %2'ye yaklaşmıştır. Ancak her iki tip depoda da bağıl nem değerleri yıl boyunca güvenli depolama bağıl nem değeri olan %70'in üzerinde kaydedilmiştir.

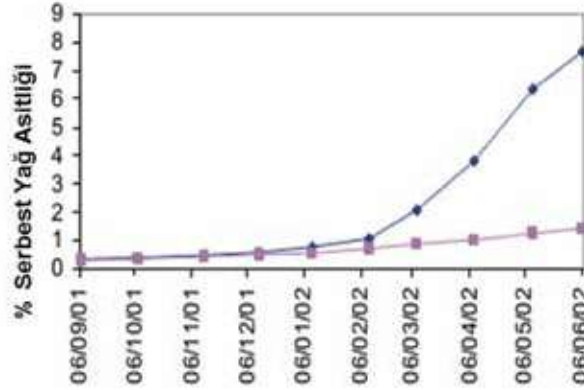
Ayçiçeği çekirdeği gibi yağ oranı yüksek gıdaların nem ve oksijenin hidrolitik ve oksidatif reaksiyonlara bağlı bozulmasının engellenmesi ve uzun süre muhafaza edilebilmeleri için özellikle kavrulduktan sonra su buharı ve oksijen geçirgenliği düşük ambalaj malzemeleri ile paketlenmesi gerekmektedir. Pajin vd., (2006) şeker şurubu ile kaplanmış ayçiçeği çekirdeği drajelerinin raf ömrünü incelemiş ve farklı ambalaj malzemeleri arasında en düşük oksijen geçirgenliğine (8.0 mL m⁻²/dan Δp1 bar) sahip metalize poliester/poli etilen (metPET/PE) ambalaj malzemesinin, hidrolitik ve oksidatif değişimlere karşı en iyi koruma sağladığını tespit etmişlerdir.



a) Depolama süresince kaydedilen sıcaklık



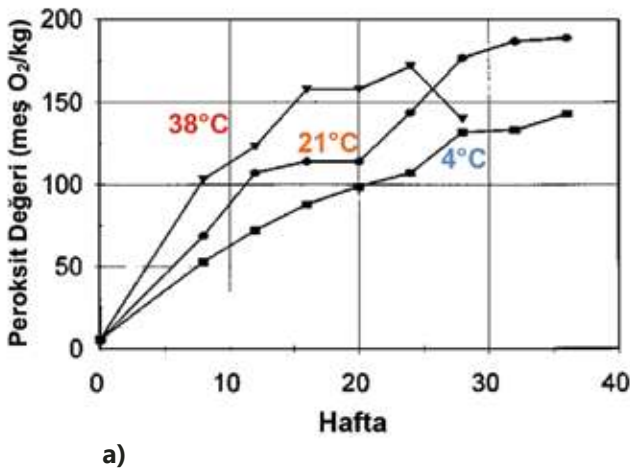
b) Depolama süresince bağıl nem değerleri



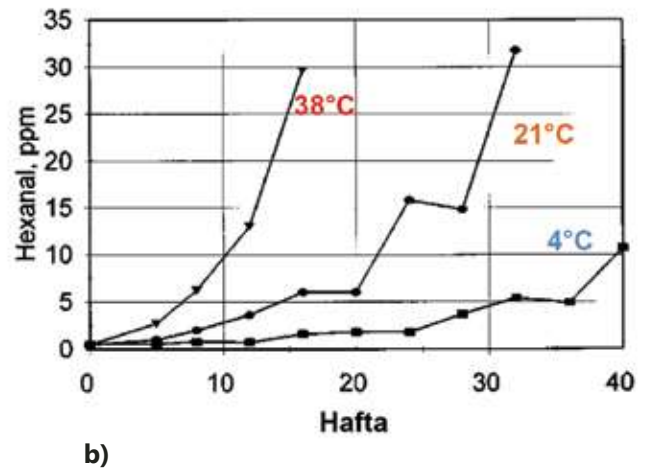
c) Ay çekirdeklerinde serbest yağ asitliği değişimi

Şekil 1.4. Trakya Bölgesi-Ayçiçeği Çekirdeği Depolama Çalışması (Şişman ve ark.) 2005
(■ A: Naylor Zeminli Geçici Depo, ■ B: Havalandırılmalı Beton Depo, ▲ C: Dış Ortam)

Normal koşullarda paketlenen ürünlerin peroksit ve hekzanal değerlerindeki artış Fritsch vd., 1997 yılında yağda kavrulmuş ve kağıt paket içerisindeki ayçiçeği çekirdeklerinin peroksit ve hekzanal değerleri ile benzer şekilde artış göstermiştir (Şekil 1.5). Bu çalışmada da azotlu dolum ile raf ömründe artış sağlanmış ve 1 yıl boyunca kalite özelliklerinde önemli değişim kaydedilmemiştir.



a)



b)

Şekil 1.5. Yağda kavrulmuş ayçiçeği çekirdeklerinin kağıt paket içerisinde 38°C (▲), 21°C (□) ve 4°C (■)'de peroksit değerleri ve hekzanal içeriği (1 ppm Hekzanal = 1000 µg/kg) (Fritsch vd., 1997).

1.4. AYÇİÇEĞİ ÇEKİRDEKLERİNİN DOĞRU HASAT ve DEPOLAMA UYGULAMALARI

Ayçiçeği Hasatı: Ayçiçekleri çiçeklenmeden 30-45 gün sonra arka kısım yeşilden sarıya sonra kahverengiye döner. Nem içeriği %35 civarındadır. Geç hasat tarlada ürün kaybına ve aşırı kurumaya neden olabilir. 14-15% nemde hasat ve sonrasında hava ile 10% nemin altına kurutmak en iyi çözümdür.

Kabuk iç taneden daha hızlı kurur. Nem analizi yapmadan önce çekirdek kavanozda 1 gece bekletilirse kabuk ve içi nemi dengeye gelecektir. Depolarda havalandırma sistemi yoksa kızılmaya karşı önlem için ürünler farklı bir depoya aktararak havalandırma yapılmalıdır.

Ayçiçeği Çekirdeği Depolama Koşulları: Depolar öncelikle etkin bir temizlik için uygun dizayn edilmiş olmalıdır. Ortam havası kurutma ve soğutma amaçlı kullanılabilir. Dış ortamın bağıl nemi %70'in altında olmalı ve hava ısıtılacaksa kurutma havası ile dış ortam havası arasında 10°C'lik fark olmalıdır. Havalandırma fanları ve hava dağıtma sistemleri periyodik olarak temizlenmelidir. Ayrıca depo içeresindeki aralıklar ve boşluklar da etkin bir şekilde temizlenmelidir.

Yabancı Madde Ve Hasarlı Tane Ayrımı: Depolanmış mahsul yüksek oranda yabancı madde ve hasarlı tane içerebilmektedir. Bu materyallerde küf ve böcek istilasına karşı çok hassas olduğundan sağlam ürünü de kontamine edebilmektedir. Bu nedenle depolanmadan önce mutlaka yabancı madde ve hasarlı taneler ayrılmalıdır.

Sıcaklık ve Nem Kontrolü: Depolanmış ürünün uygun nem düzeyinde olduğundan emin olunmalıdır. Ay çekirdeğinde kış boyu depolamalarda tavsiye edilen max nem değeri %9,5 olmakla beraber uzun süreli depolamalarda (6 aydan fazla) %8 uygun olmaktadır. Ancak bir önceki bölümde de belirtildiği gibi güvenli depolama nem içeriği ürünün yağ içeriğine göre değiştiğinden ürün tipine göre depolanacak ürün güvenli depolama nem içeriğine kadar kurutulmuş olmalıdır.

Haftalık olarak depodaki partiler kontrol edilmeli ve bu bir alışkanlık haline getirilerek haftanın benzer günleri yapılmalıdır. Depo iç ve dış kısımları dikkatlice gezilmeli ve çöp olup olmadığı kontrol edilmelidir. Depo sıcaklıkları kontrol edilmeli ve sapma olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Depolardaki açık kısımlar veya yoğunlaşmaya bağlı olarak küflerin gelişimi, iyi havalandırılmalı çift duvarlı ve beton zeminli depolarda ürünlerin tekrar nem alması engellenmelidir.

Depolama alanı yağmur suyu veya diğer su drenajlarına karşı korumalı, sac tercih edilmemeli, çatılar beyaza boyanarak solar ısınmaya karşı önlem alınmalıdır.

Çatı hasarlı ise üzerine bir kat daha çatı yapılarak veya iki katlı çatı tercih edilerek arada hava boşluğu bırakılmalı, böylece sıcaklık farkından kaynaklanacak yoğunlaşma engellenmiş olacaktır. Depolama boyunca su aktivitesi **0,70**'in (%70 Bağıl Nem) altında tutulmalıdır.

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 çuvallar temiz olmalı ve ürünün nem almasına neden olmamalıdır. Ürünler mümkün olan en düşük sıcaklıkta depolanmalı ancak ürünün donmamasına dikkat edilmelidir. Depolama boyunca sıcaklık ve bağıl nem sürekli kontrol edilmelidir. Sıcaklık artışı küf gelişimi veya böcek varlığının göstergesi olabilir. Bu tür durumlarda küflenmiş partiler ayrılmalı ve insan/hayvan tüketiminde kullanılmamalıdır.

Zararlılarla Mücadele: Havalandırma sistemleri ve depo içleri sprey ilaçlama yapılarak böceklerden arındırılmalıdır. Ancak kullanılacak ilaçlar onaylanmış kimyasallardan tercih edilmeli ve ehil kişiler tarafından yapılmalıdır. Ayrıca kullanma talimatına uygun olarak yapılmalı ve ay çekirdeğine uygun olmalıdır.

Böcek ve zararlılar için uygun kapanlar kullanılmalı, önlem alınmalı, kimyasal ilaç kullanılıyorsa ürün ile temas etmemeli, depolama sırasında sıcaklık, bağıl nem, nem içeriği, zararlı mücadelesi kayıtları tutulmalı, normal koşullardan sapma olduğunda önlem alınmalı ve kaydedilmelidir. Bu tür kayıtlar ileride olabilecek küf gelişimi veya aflatoxin oluşumunun açıklanması ve aynı hataların yapılmaması için faydalı olacaktır.

2. PROJE BİLGİLERİ

2.1. AMAÇ

Bu projenin amacı ay çekirdeği çekirdeklerinde 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.

2.2. KAPSAM

Bu çalışmada, DESTEKLEYİCİ talebi doğrultusunda, acılaşmaya bağlı olarak raf ömrü konusunda en fazla problem yaşanan kuruyemiş gruplarını temsilen ay çekirdeği ile çeşitli depolama ve ambalaj koşullarında fiziksel, mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri belirlenecek, iyi tarım ve depolama uygulamaları konusunda kuruyemiş çiftçilerinin bilinçlenmesini sağlayacak eğitimler verilecektir. Bozulma riski yüksek olarak belirlenen bu **kuruyemiş türleri için bulunan sonuçların diğer kuruyemişler için de uygulanabilmesi için bilginin yaygınlaştırılması sağlanacaktır.**

2.3. YÖNTEM

Bu projede yürütülecek çalışmalar yukarıda belirtilen tek çeşit ürün ile gerçekleştirilecek olup, faaliyetler 6 (altı) iş paketi (İP) kapsamında yürütülecektir.

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

- 1.1. Aynı çeşit ve hasat yılına ait en az 2 (iki) 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 2 (iki) yıl boyunca depolama çalışmalarının yürütüleceği LOKAL Deponun DESTEKLEYİCİ tarafından ayarlanması

İP 2. Kontrollü (MERKEZ) depo ortamlarının ayarlanması ve depo koşullarının takip edilmesi

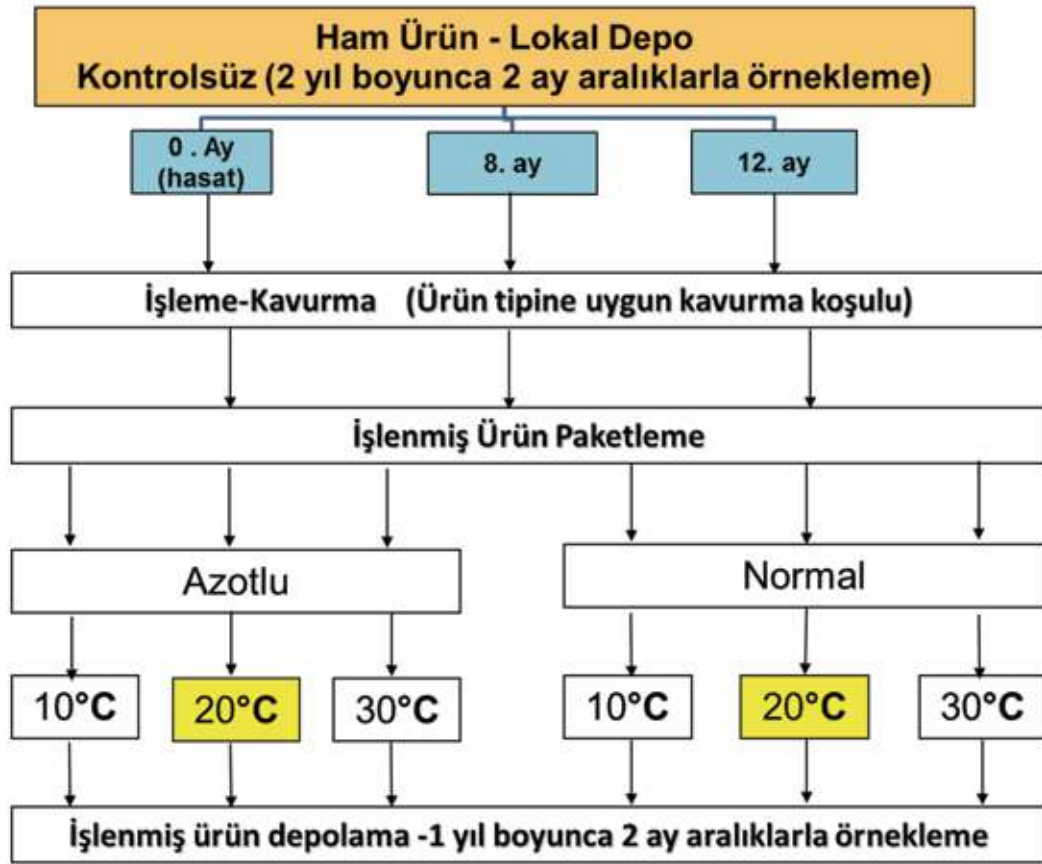
- 2.1. Proje için DESTEKLEYİCİ tarafından ayrılan miktardaki ürünün 2 (iki) yıl boyunca LOKAL ortamda depolanması sırasında depo ölçümlerinin (sıcaklık, bağıl nem) alınması
- 2.2. MERKEZ’de sıcaklık kontrollü soğuk depo ayarlanması ve proje için ayrılan miktardaki ürünün 2 (iki) yıl boyunca depolanması 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 8. 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 8. ve 12. aylarda analizler için yeterli miktardaki ürünlerin uygun ambalaj malzemesi ile atmosferik koşullarda (normal) ambalajlanması

İP 4.Farklı depolarda (DESTEKLEYİCİ ve MERKEZ) depolanan ham ürünlerin işlenip ambalajlandıktan sonra depolama süresince kalite değişimlerinin farklı sıcaklık koşullarında takip edilmesi

- 4.1. Ürünlerin hasadından sonra DESTEKLEYİCİ tarafından sağlanan LOKAL ve MERKEZ deposundaki ürünlerin Tablo 1'de verilen 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 Tablo 1'de verilen kalite analizlerinin gerçekleştirilmesi
- 4.3. Hasattan 8 (sekiz) ay sonraki ürünlerin 20°C'de depolanması ve Tablo 1'de verilen kalite analizlerinin gerçekleştirilmesi
- 4.4. Hasattan 12 (on iki) ay sonraki ürünlerin 20°C'de depolanması ve Tablo 1'de verilen kalite analizlerinin gerçekleştirilmesi



Şekil 1.3.1 Lokal depoda muhafaza edilen kabuklu ayçiçeği çekirdeğinin işleme ve örnekleme şeması

Tablo 1.3.1 Gerçekleştirilecek analizler, yöntemler ve kullanılan cihazlar

Analiz Adı	Gereke
Toplam Bak-Küf Nem	Raf Ömrü boyunca takip edilecek parametreler
Su aktivitesi (a_w)	
Serbest yağ asitliği (SYA/FFA)	Raf Ömrü boyunca acılaşma kriterlerinin belirlenmesi
Peroksit değeri (PV)	
p-AV (para anisidin değeri)	
Aflatoksin	Ham madde ve son üründe kontrol edilecek parametreler
Aromatik bileşenler	
E Vitamini	
Duyusal Değerlendirme	Hissedilebilen acılaşma ölçütünün belirlenmesi

3. SONUÇLAR

Projede ayçiçeği çekirdeğini hasatını takiben örnekleme 01 Ekim 2013'de yapılmıştır. Bursa İnegöl'den Canat Kuruyemiş tarafından temin edilen 2 ton ayçiçeği çekirdeğinin (7 numara-İnegöl, Hektolit: 300/301) 1 tonu MAM 10°C'deki bağıl nem değeri %65'i geçmeyecek şekilde kontrollü depoya, 1 tonu ise LOKAL DEPO olarak Bursa, Canat tesislerindeki depoya alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. TUBİTAK 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 örnekler

Proje çalışmalarında raf ömrü denemelerinde kullanılan çekirdekler Bursa İnegöl'den (Hektolit: 300/301) temin edilmiş, ayrıca raf ömrü boyunca çekirdeklerin duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimlerin biyokimyasal bozulmalarla birlikte tespiti için yapılan çalışmada da ayrıca farklı bölgelerden de (Ankara- Hektolit: 277,5 ve Kayseri - Hektolit: 260,5) ayçiçeği temin edilmiştir. BU çekirdeklerin yağ oranları ve yağ asitleri bileşimi Tablo 3.1'de verilmiştir.

Piyasa bulunan paketli ayçiçeği çekirdeklerinden örnekleme yapılmış ve tuz oranları tespit edilmiştir (Tablo 3.2.). Tüketici tercihleri konusunda en çok tüketilen normal tuzlu ayçiçeği çekirdeklerine yakın düzeyde 2.5 g tuz /100g çekirdek olacak şekilde tuz oranının ayarlanmasına karar verilmiştir. Kavrurma programı ise yine tüketici tercihleri doğrultusunda 145-155-165-175°C'de, 7.53 cm kalınlıkta olacak şekilde ayarlanmıştır.

Tablo 3.1. Farklı bölgelere ait ayçiçeği çekirdeklerinin yağ oranları ve yağ asitleri bileşimleri.

	Ankara	İnegöl	Kayseri
% Yağ	26,37	27,84	25,39
C14:0 Myristic asit	0,06	0,06	0,07
C15:0 Pentadecanoic asit	0,01	0,01	0,015
C16:0 Palmitic Asit	6,06	5,565	6,11
C16:1 Palmitoleic asit	0,09	0,08	0,08
C17:0 Heptadecanoic asit	0,05	0,05	0,06
C18:0 Stearic asit	4,59	4,38	5,10
C18:1n9c Oleic asit	35,67	41,79	30,34
C18:2n6c Linoleic asit	50,67	44,88	55,59
C20:0 Arachidic asit	0,34	0,33	0,37
C20:1n9 Eicosenoic asit	0,15	0,16	0,14
C:18:3n3 a-Linolenic asit	0,05	0,05	0,06
C22:0 Behenic asit	0,91	0,96	0,94
C22:1n9c Erucic asit	0,02	0,02	0,02
C23:0 Tricosanoic asit	0,03	0,03	0,03
C24:0 Lignoceric asit	0,27	0,28	0,26

Tablo 3.2. Farklı firmalara ait ayçiçeği çekirdeklerinde tuz oranları

ÜRÜN ADI	g/100g
Firma 1	4.52
Firma 2 KLASİK	2.76
Firma 2 TUZLU	5.46
Firma 3 TUZSUZ	0.12
Firma 3 KLASİK	3.29
Firma 3 TUZLU	6.51

Ayçiçeği çekirdekleri hasat sonrasında , 8. Ve 12. ayda kavrularak farklı paketleme koşullarında depolanmış (Tablo 3.3.) ve 2 ay aralıklarla belirli miktarda (6-8 paket) örnekleme ile kalite analizleri yapılmıştır.

Tablo 3.3. Kuruyemişlerin işleme aşamaları

Aşama	Ayçiçeği çekirdeği
Ham ürün depolama	Ekim 2013-2015
İşlenmiş hasat ürünü	Ekim 2013-2014
8 ay depolama sonrası işlenmiş ürünler	Mayıs 2014-2015
12 ay depolama sonrası işlenmiş ürünler	Kasım 2014-2015

AÇ-1. Kavrurma:

Bursa İnegöl'den temin edilen ayçiçeği çekirdeğinin 320 kg'ı (%5.08 nem içeriği, Aw: 4.08) Adalılar, Adapazarı tesislerinde işlendi. 2013 yılı yeni hasatı ayçiçeği çekirdeğinin 320 kg-8 çuval 'ı Adalılar tesislerinde 3 Ekim 2013 tarihinde %2,5 oranında tuz ile kavruldu (Şekil 3.2). Kavrurma sonrası su aktivitesi değerleri 0,157 olarak tespit edilen ürünler azotlu ve normal koşullarda paketlenildi.

AÇ-1. Paketleme:

2013 yılı yeni hasatı ayçiçeği çekirdekleri kavrulduktan sonra Adalılar, Adapazarı tesislerinde geçirgenliği düşük (Oksijen Geçirgenliği : <0.008 ml/m²/gün) 450 gr'lık ambalajlarda modifiye atmosfer paketleme (MAP: >%95 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında paketleme yapılarak TÜBİTAK MAM'daki 10, 20 ve 30°C'deki depolara yerleştirildi.



Şekil 3.2. Ayçiçeği çekirdeği kavurma ve paketleme işlemleri (Adalılar, Adapazarı, Ekim 2013)

AÇ- Deoksidizerli ve Azotlu Paketleme (İhracat Tipi) :

Bu ürünler de aynı koşullarda kavrukları geçirgenliği yüksek (Oksijen Geçirgenliği: 2,13 ml/m²/gün) ambalaj malzemesi (GrainPro) kullanılarak deoksidizerli (oksijen tutucu içerek küçük poşetler) paketleme, azotlu paketleme ve normal koşullarda paketleme yapılarak TÜBİTAK MAM'daki 20°C'deki depoya yerleştirildi.

AÇ-2. Kavurma:

Farklı depo koşullarında 8 ay muhafaza edilen ayçiçeği çekirdeği (Bursa-Canat, LOKAL Depo koşullarından 150 kg ve MAM'daki 10°C'lik Depodan 240 kg) Adalılar, Adapazarı tesislerinde 16 Mayıs 2014'de aynı kavurma koşullarında işlendi. Kavurma sonrası su aktivitesi değerleri 0,060 (MAM-Depo) ve 0,073 (LOKAL-Depo) olarak tespit edilen ürünler azotlu ve normal koşullarda paketlenildi.

AÇ-2. Paketleme:

2013 yılı hasatından sonra 8 ay farklı depo koşullarında bekletilen ayçiçeği çekirdekleri kavrulduktan sonra Adalılar, Adapazarı tesislerinde geçirgenliği düşük (Oksijen Geçirgenliği : <0.008 ml/m²/gün) 250 gr'lık ambalajlarda modifiye atmosfer paketleme (MAP: >%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında paketleme yapılarak TÜBİTAK MAM'daki 20°C'deki depolara yerleştirildi.

AÇ-3. Kavurma:

Farklı depo koşullarında 12 ay muhafaza edilen ayçiçeği çekirdeği (Bursa-Canat, LOKAL Depo koşullarından 150 kg ve MAM'daki 10°C'lik Depodan 80 kg) Adalılar, Adapazarı tesislerinde 07 Kasım 2014'de aynı kavurma koşullarında işlendi. Kavurma sonrası su aktivitesi değerleri 0,076 (MAM-Depo) ve 0,094 (LOKAL-Depo) olarak tespit edilen ürünler azotlu ve normal koşullarda paketlenildi.

AÇ-3. Paketleme:

2013 yılı hasatından sonra 12 ay farklı depo koşullarında bekletilen ayçiçeği çekirdekleri kavrulduktan sonra Adalılar, Adapazarı tesislerinde geçirgenliği düşük (Oksijen Geçirgenliği : <0.008 ml/m²/gün) 400 gr'lık ambalajlarda modifiye atmosfer paketleme (MAP: >%97 azot gazı) ve normal atmosfer koşullarında paketleme yapılarak TÜBİTAK MAM'daki 20°C'deki depolara yerleştirildi.

Ambalaj malzemesi seçiminde ürünün işlendiği tesislerde ambalajlama yapacak cihazlara uygun olarak düşük geçirgenliğe (DG) sahip malzemeler seçilmiştir. Proje kapsamında test edilen ve kullanılan ambalaj malzemeleri oksijen geçirgenliği (ml/m²/gün) sonuçları Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Proje kapsamında kullanılan ambalaj malzemeleri oksijen geçirgenliği (ml/m²/gün) sonuçları

Ambalaj tipi	Uygulama	Ürün tipi	Oksijen Geçirgenliği (ml/m ² /gün) 23°C
İhracat tipi - (DG-düşük geçirgenlik)	Deoksidizer, azotlu ve normal ihracat tipi paketleme	Kavrulmuş tuzlu ay çekirdeği	2,13
Ayçekirdek Ambalajı (Tanem Baskılı –250 ve 450 gr lık)	Azotlu ve normal paketleme	Kavrulmuş tuzlu ay çekirdeği	<0.008

Mikrobiyal Yük: Depolara alınan ham ürünlerde toplam bakteri ve küf değerleri sırası ile $2,0 \times 10^3$ kob/g ve $1,1 \times 10^4$ kob/g olarak tespit edilmiş ve depolama boyunca toplam bakteri ve küf değerleri en fazla $3,8 \times 10^3$ kob/g ve $8,3 \times 10^4$ kob/g değerlerine ulaşmıştır (Tablo 3.5). Ürünler kavrulduktan sonra bu değerler hasat sonrası ürünlerde yine sırası ile sırası ile $1,9 \times 10^2$ kob/g ve <10 kob/g değerlerine, 8. ayda işleme sonrası $1,5 \times 10^2$ kob/g ve <10 kob/g, 12. ayda işleme sonrası ise $1,7 \times 10^1$ kob/g ve <10 kob/g düzeyine düşmüştür.

Tablo 3.5. Proje kullanılan ham ve kavrulmuş ürünlerde mikrobiyal yük sonuçları

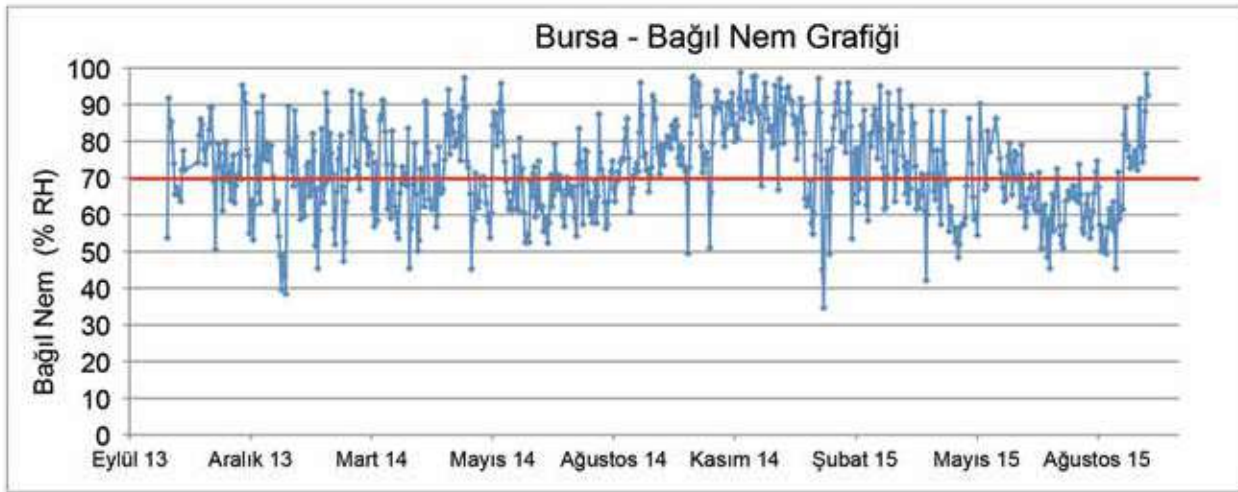
Ürün Tipi	Toplam bakteri (kob/g)	Küf (kob/g)
Hasat sonrası ham depolama	$2,0 \times 10^3 - 2,3 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4 - 8,3 \times 10^4$
Hasat sonrası kavurma	$1,9 \times 10^2$	<10
8 ay depolama sonrası kavurma	$1,5 \times 10^2$	<10
12 ay depolama sonrası kavurma	$1,7 \times 10^1$	<10

3.1. İŞLENMEMİŞ (HAM) AYÇİÇEĞİ ÇEKİRDEKLERİNİN DEPOLANMASI VE KALİTE ÖZELLİKLERİ

Bursa-Kestel'in Eylül 2013-Eylül 2015 tarih aralığı içerisinde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen sıcaklık verileri ortalama: 15,5°C, maksimum: 30°C, minimum:-5°C ve bağıl nem verileri ortalama:%72,5, maksimum: %99, minimum : %35 BN olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.1.1 a ve b). Bursa-Kestel bölgesi için dış ortam bağıl nem ortalaması kuru gıda depolama koşulları açısından güvenli depolama neminin üzerinde olmuştur. Bu nedenle ürünlerin bağıl nem kontrollü depolarda %70 bağıl nemin altında olacak şekilde koşullandırılmış depolarda muhafazası son derece önemlidir. Ayçiçeği çekirdeği gibi yağlı tohumlar 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 değerlerin altında olmasına dikkat edilmiştir. Ancak, ayçiçeği çekirdeklerinin depolama bağıl neminde her %10'luk azalma ile ürünün kalite özelliklerini daha uzun süre korunacağı ve raf ömründe 2 kata varabilecek artışa neden olunacağı unutulmamalıdır.



a)



b)

Şekil 3.1.1 Bursa – Kestel’in Eylül 2013-Eylül 2015 tarihleri arasında iki yıllık Meteoroloji verileri :
a) sıcaklık ve b) bağıl nem değerleri

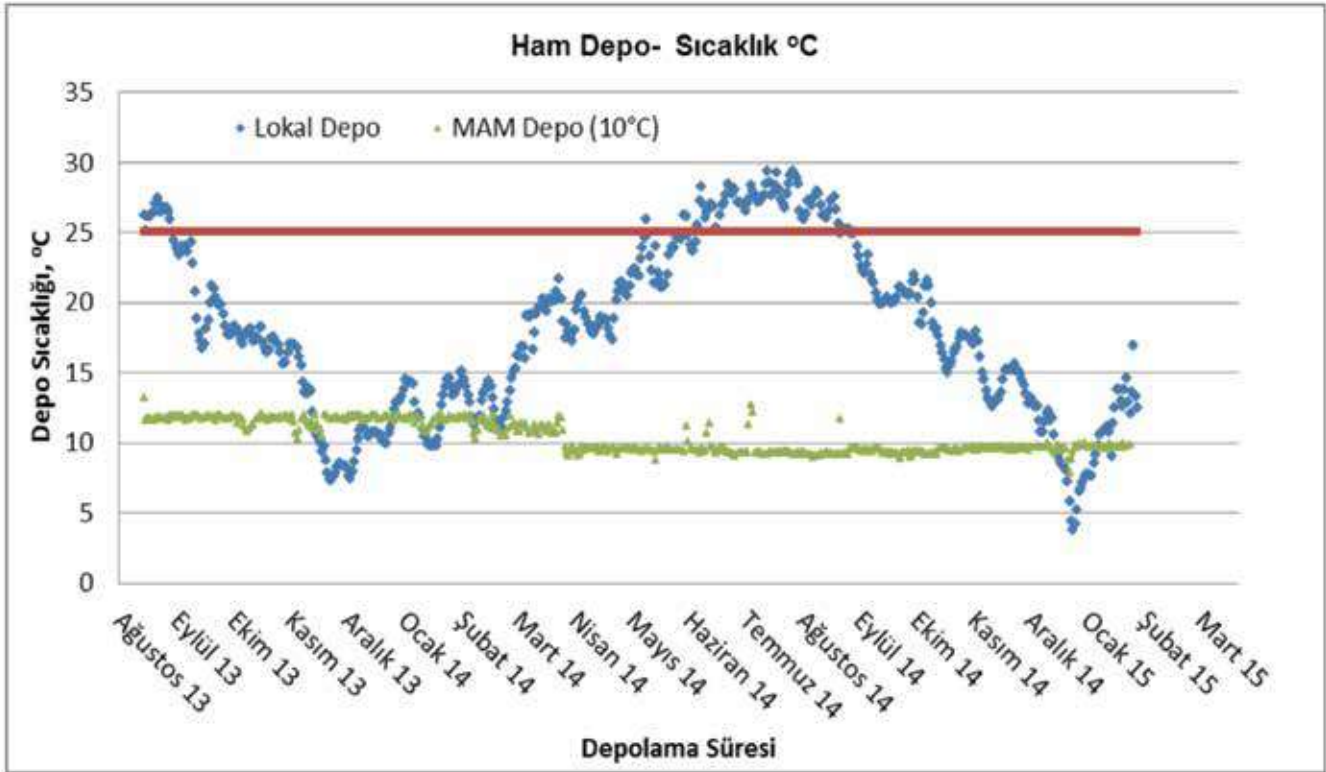
“LOKAL” Depo olarak adlandırılan Bursa’daki (Canat Kuruyemişçilik Gıda Sanayi Tesisi) kontrolsüz koşullarda ayçiçeği çekirdeklerinin bir kısmı olarak 2 yıl boyunca depolanmış ve depolardan 1 saat aralıklarla sıcaklık ve bağıl nem kayıtları alınmıştır. Ayrıca, ayçiçeği çekirdeklerinin diğer kısmı TÜBİTAK MAM’da 10°C’de muhafaza edilmiş, depo bağıl nemi %65’i geçmeyecek şekilde Munters Nem Tutucu cihaz ile kontrol edilmiştir. Depo kayıtlarının günlük sıcaklık ve bağıl nem ortalamaları Şekil 3.1.2. a ve b’de verilmiştir. LOKAL depoda muhafaza edilen ayçiçeği çekirdeklerinin ve MAM-Kontrollü depoda muhafaza edilen ayçiçeği çekirdeklerinin su aktivitesi değerleri ise sırası ile Şekil 3.1.3.a ve b’de verilmiştir.

Bursa-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 2014 yılında işleme yapılmış, 2015 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 ilk aylarda (Ekim 2013-Nisan 2014) 11-12°C civarında olmuş, sonrasında sıcaklık ayarı düşürülerek depo içi sıcaklık yaklaşık 10°C civarına ayarlanmıştır.

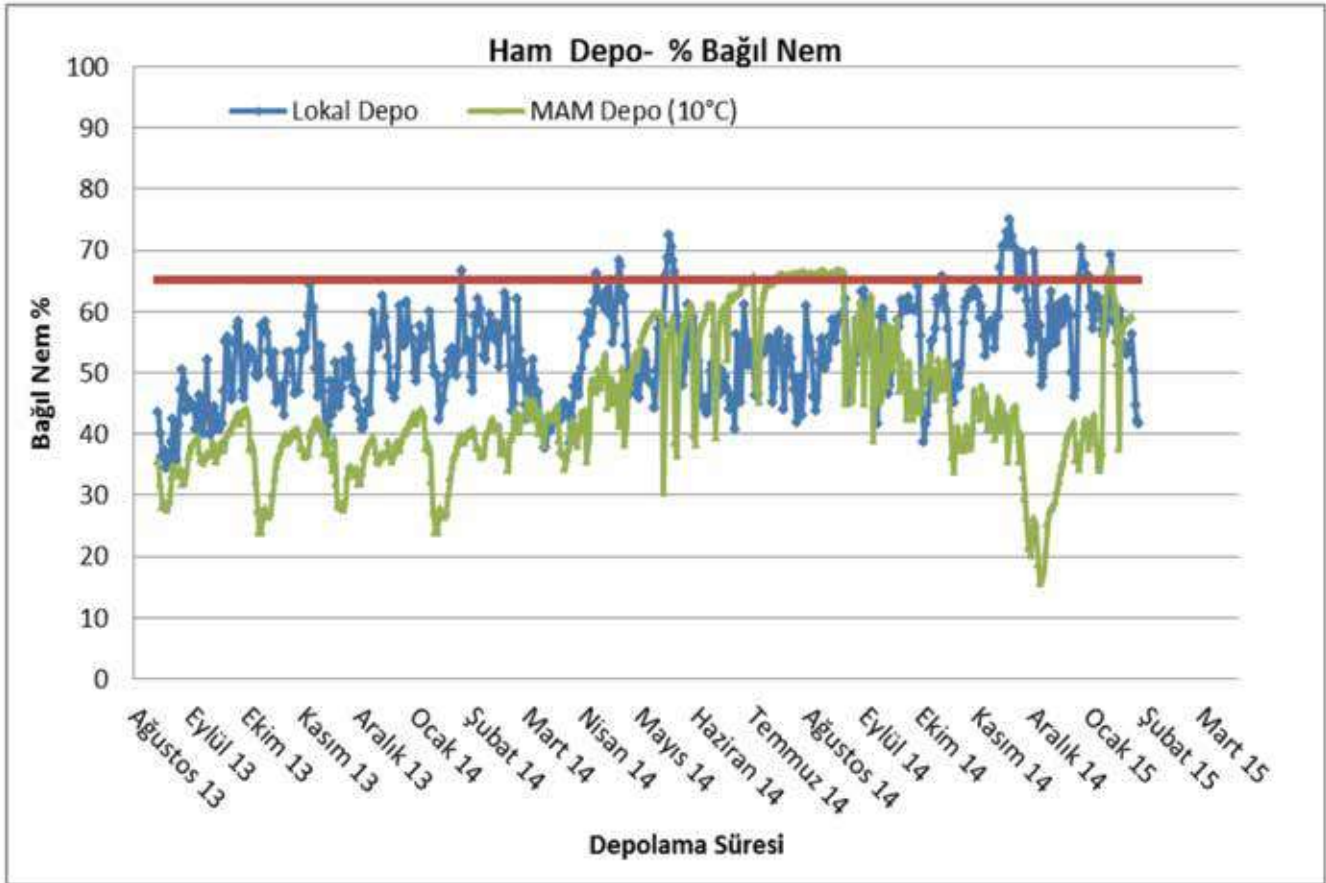
Bağıl nem koşulları ise MAM depoda nem tutucu sistemle kontrol altında tutulmuştur ve bağıl nemin %65’i geçtiği yaz aylarında sistem devreye girmiş, nemin %60-65’in altında tutulması sağlanmıştır. MAM depoda kış aylarında bağıl nem %35-45 civarında seyretmiştir. LOKAL depo bağıl nem içeriği dış ortamla paralellik göstermekle birlikte bağıl nem değeri %65’in üzerine çıkmamıştır. Kış aylarında sıcaklığın düşük olması nedeni ile küf gelişimi/aflatoksin oluşumu açısından bu koşullar risk yaratacak bir duruma neden olmamıştır.

Bursa-LOKAL depoda özellikle yaz aylarında sıcaklık 25°C’nin üzerine çıkmıştır. Proje çalışmalarında 2014 yılında işleme yapılmış, 2015 yılı depo örnekleri sadece ham ürünlerdeki değişimi takip etmek amacı ile devam ettirilmiştir. MAM depoda sıcaklık ayarı 10°C’ye ayarlanmıştır, bağıl nem koşulları ise nem tutucu sistemle kontrol altında tutulmuştur ve bağıl nemin %65’i geçtiği yaz aylarında sistem devreye girmiştir.

MAM depoda Eylül 2013-Mayıs 2014 aralığında gerçekleşen ilk 8 aylık depolama sonunda bağıl nem ortalama %38, 8-12. aylar arasına denk gelen yaz döneminde ise %60 olmuştur. LOKAL depo bağıl nem içeriği dış ortamla paralellik göstermekle birlikte nadiren %65’in üzerine çıkmıştır. LOKAL depoda Eylül 2013-Mayıs 2014 aralığında gerçekleşen ilk 8 aylık depolama sonunda bağıl nem ortalama %51, sıcaklık 16°C, 8-12. aylar arasına denk gelen yaz döneminde ise bağıl nem ortalama %52, sıcaklık 26°C, olmuştur (Tablo 3.6). Depolama boyunca bağıl nemin %70’in üstüne çıkmaması nedeni ile küf gelişimi/aflatoksin oluşumu açısından bu koşullar risk yaratacak bir duruma neden olmamıştır.



a)



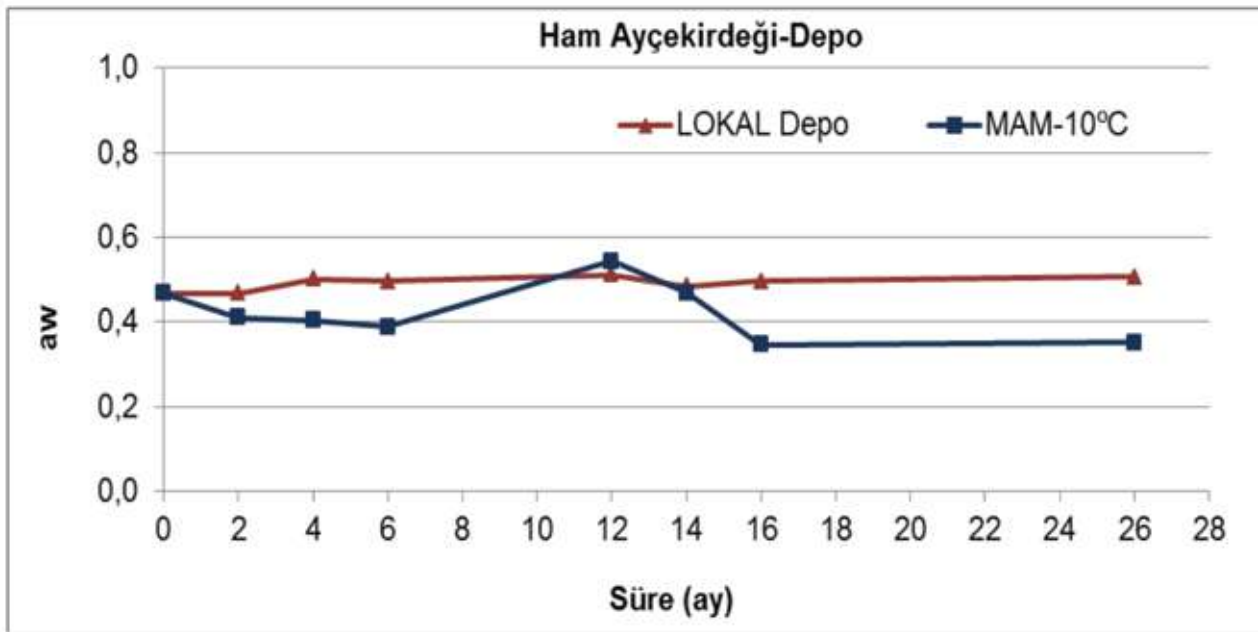
b)

Şekil 3.1.2. LOKAL (BURSA, kontrolsüz koşullarda) ve MAM (10°C'de, <%65 Bağıl Nem) depolarının
a) sıcaklık ve b) bağıl nem değerleri

Tablo 3.6. Ham ayçiçeği çekirdeklerinin depolandığı ortamların bağıl nem% ve sıcaklık (°C) ortalamaları

Depolama Dönemi	LOKAL		MAM		Açıklama
	RH %	T, °C	RH %	T, °C	
0-8. aylar	51	16	38	11	9 Eylül 2013-15 Mayıs 2014
8-12. aylar	52	26	60	10	15 Mayıs-9 Eylül 2014 Yaz ayları ortalaması
0-12 ay ortalama	51	19	45	10	9 Eylül 2013 -9 Şubat 2015 , 1,5 yıllık depolama ortalaması

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 0.47-0.51 arasında, MAM depoda ise 0.35-0.54 değerleri arasında değişim göstermiştir. Ayçiçeği çekirdekleri 0,47 su aktivitesi ile depolanmaya başlamış ve yaz aylarındaki bağıl nem artışına bağlı olarak su aktiviteleri depo ortamındaki bağıl nem artışı ile LOKAL ve MAM depoda sırası ile 0.51 ve 0.54 düzeyine ulaşmıştır. Yaz mevsiminden sonra su aktivitesi ürünlerde tekrar düşüş göstermiş ve MAM depoda 0.35, Lokal Depoda ise 0.47 düzeyine düşmüştür. Ayçiçeği çekirdeklerinin başlangıç nem düzeyleri 5.94 g su/100g düzeyinde iken depo koşullarına bağlı olarak depolama süresince değişim göstermiştir. Bursa LOKAL ve MAM depo koşullarında muhafaza edilen ürünlerin de zamanla nem/su aktivitesi değerlerinde azalma olmuş ve ürünler ortalama 5.5-5.8 g su/100 g düzeyinde nem içeriğinde muhafaza edilmiştir. Bu nem/su aktivitesi düzeyleri ayçiçeği çekirdeklerinin güvenli olarak depolanması için uygun düzeylerdir. Başlangıçta ürünler aflatoxin içermediğinden depolama boyunca da aflatoxin veya küf gelişimi konusunda bir problem yaşanmamıştır.

**Şekil 3.1.3.** LOKAL (BURSA, kontrolsüz koşullarda) ve MAM (10°C'de, <%65 Bağıl Nem) depolarında muhafaza edilen ayçiçeği çekirdeklerinin su aktivitesi değerleri

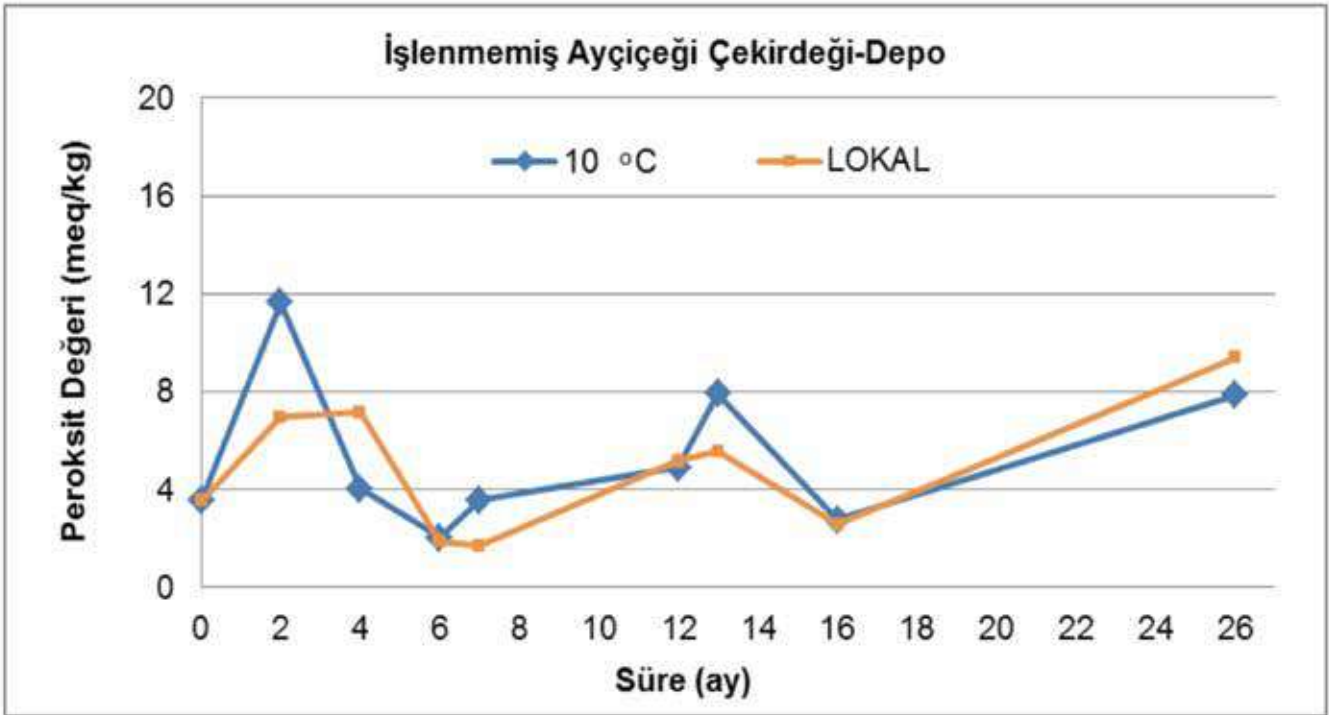
Bursa- LOKAL depoda kontrolsüz koşullarda ve 10°C'de MAM deposunda %65 bağıl nemden daha düşük koşullarında depolanan ham ayçiçeği çekirdeklerinin 2 ay aralıklarla depolama süresince peroksit değeri ve serbest yağ asitliği (Şekil 3.1.4 a ve b) , hekzanal içeriği (Şekil 3.1.5) acılaşıma göstergesi olarak, kalite özellikleri açısından da E vitamini içeriği (Şekil 3.1.6) takip edilmiştir.

Ayçiçeği çekirdekleri 10°C'de MAM deposunda depolandığı süreçte yaz aylarında (8-12. Aylar) depoda bağıl nem koşulları %65'den düşük olacak şekilde kontrol altında tutulmuş ancak ortalama bağıl nem düzeyi %60'a ulaşmıştır. Bu süreçte ayçiçeklerinin su aktivitesi 0,15 artış göztermiş ve 0,39'dan 0,54 değerine ulaşmıştır. LOKAL depoda ise aynı dönemde su aktivitesinde sadece 0,01 düzeyinde değişim olmuş ve 0,50'den 0,51 değerine ulaşmıştır. Bağıl nem artışına bağlı olarak ürünlerin su aktivitesi; dolayısı ile nem içeriğindeki bu artış kalite özelliklerinin de değişmesine etki etmiştir.

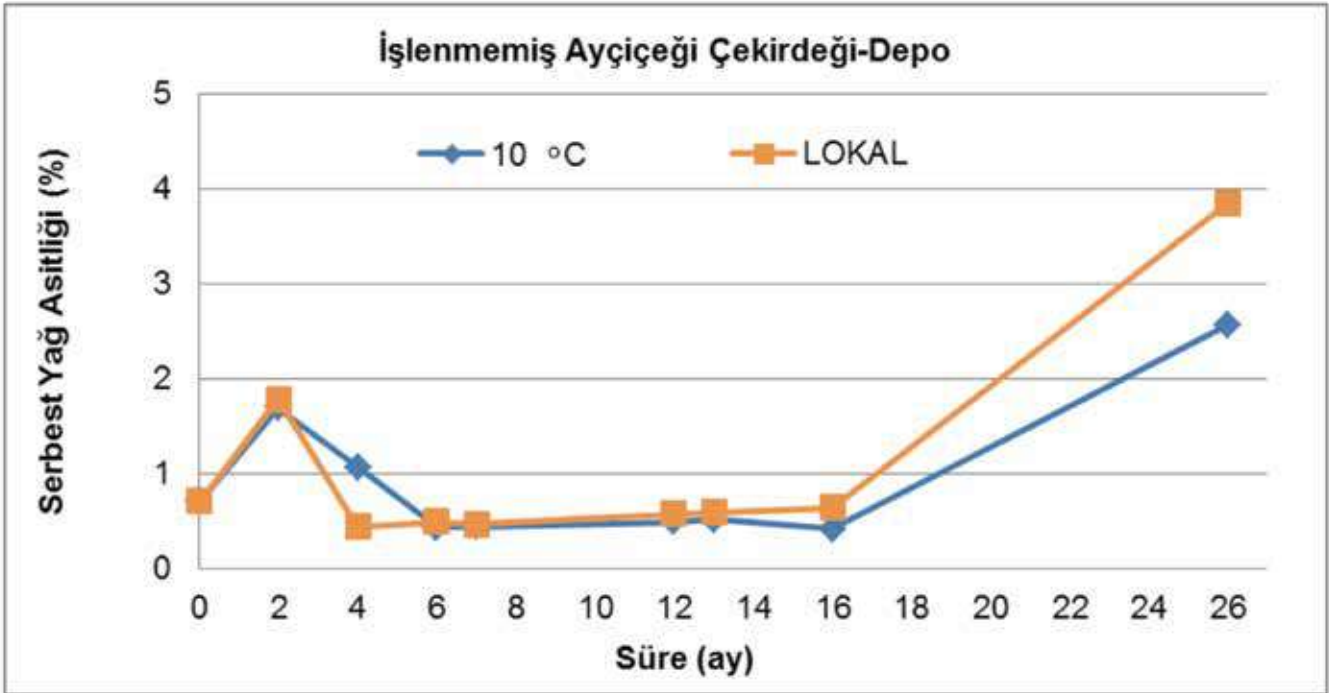
Hasattan hemen sonra LOKAL depoda ve <%65 BN, ~10°C'de (MAM) depolanan ham ayçiçeği çekirdeklerinin peroksit değerleri, 2. ayda 5 meş O₂/kg'ı, serbest yağ asitliği ise %1 değerini aşmış ve bunu takiben hekzanal içeriğinde artış başlayarak 6. ayda hekzanal değeri 200µg/kg değerine yaklaşmış, 12 ay sonrasında LOKAL depoya kıyasla 10°C'lik depoda (sırasıyla 138 ve 97 µg/kg) daha az hekzanal artışı gözlenmiştir (Şekil 3.1.5). Kontrolsüz (LOKAL) koşullarda depolama boyunca peroksit değeri ve serbest yağ asitliği 2. aya kadar artış göstermiş, sonra düşerek inişli çıkışlı eğilim göstermiştir (Şekil 3.1.4 a ve b). Yağlı tohumlarla ilgili 1999 tarihli CODEX ALIMENTARIUS Komisyonuna göre ham ayçiçeği çekirdeği peroksit değerinin 15 meş aktif oksijen /kg ve serbest yağ asitliği değerinin %5'i geçmemesi gerekmektedir. Bu verilere bağlı olarak LOKAL ve 10°C'lik depoda 12 ay boyunca peroksit ve serbest yağ asitliği değerlerinin Codex sınırlarının altında olduğu görülmektedir (Codex, 1999).

E vitamini içeriğinde, hasattan sonra MAM deposunda (~10°C) ve LOKAL (Kontrolsüz) depo koşullarında depolanan ayçiçeği çekirdeği örneklerinde 16 ay depolama sonrasında sırası ile %14 ve %20 kayıp gözlenmiştir (Şekil 3.1.6). Ayçiçeklerinin 1 yıllık depolama sürecinde serin ortamda E vitamini daha iyi korunmakla beraber 10°C'de muhafaza önemli düzeyde fark yaratmamıştır.

LOKAL ve 10°C'lik depoda muhafaza edilen ham ürünlerin kalite özelliklerinde ve E vitamini içeriğinde önemli bir fark kaydedilmemiştir. Dolayısı ile ayçiçeği çekirdeklerinin işlenmeden ham olarak serin koşullarda muhafazası 1 yıllık raf ömrü göz önünde bulundurulduğunda serbest yağ asitliği, peroksit değeri veya hekzanal içeriği açısından önemli düzeyde fayda sağlamamıştır. LOKAL depo (ortalama : %51 Bağıl Nem ve 19°C) koşulları da 12 aylık depolama sürecinde serin ortam (ortalama : %45 Bağıl Nem ve 10°C) kadar etkili olmuştur. Sonuç olarak, depo koşulları serin (~10°C) olsa da daha etkin depolama ve daha uzun raf ömürlü ayçiçeği çekirdekleri için depo bağıl neminin özellikle yaz aylarında %60'dan daha düşük olması uygun olacaktır.

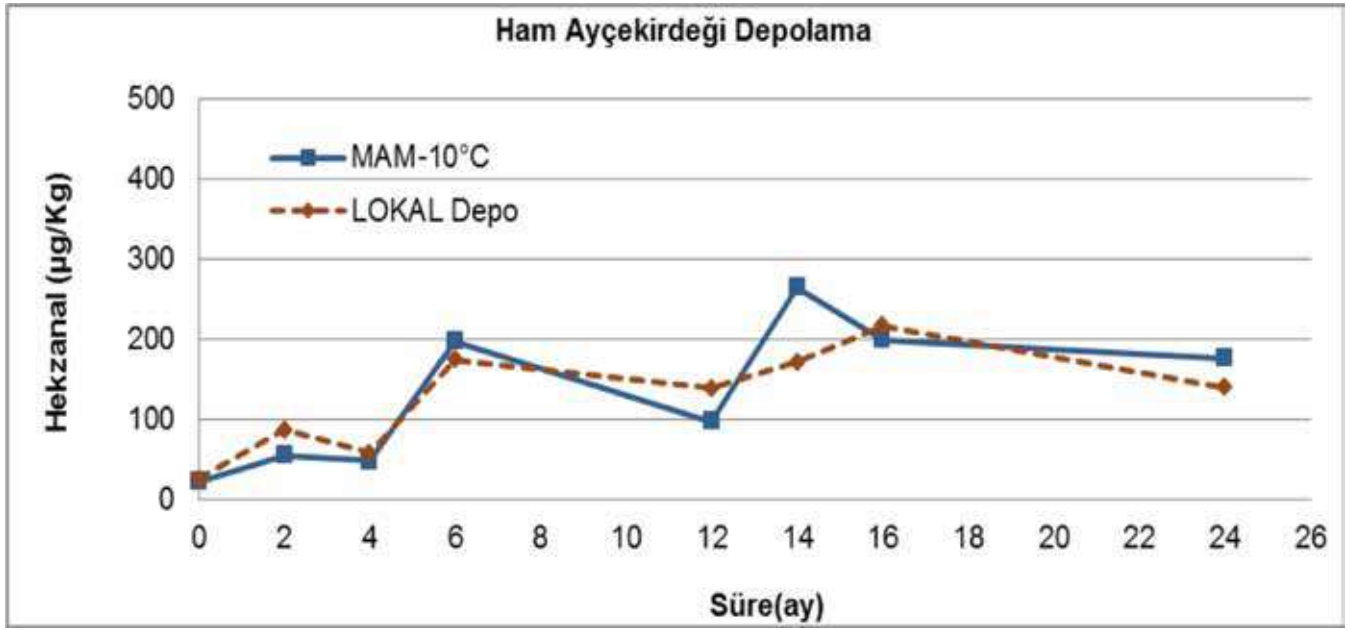


a)

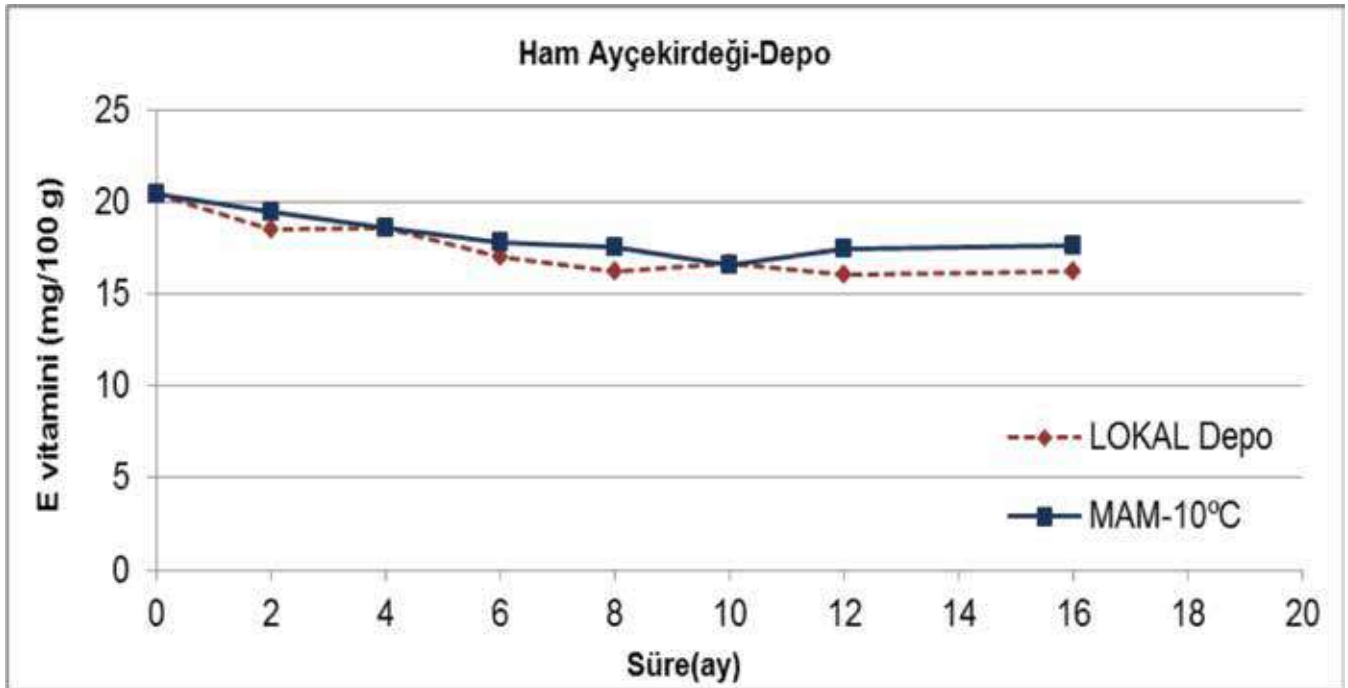


b)

Şekil 3.1.4. LOKAL (BURSA, kontrolsüz koşullarda) ve MAM (10°C'de, <%65 Bağıl Nem) depolarında muhafaza edilen ham ayçiçeği çekirdeklerinin a) peroksit değeri ve b) serbest yağ asitliği değerleri



Şekil 3.1.5. LOKAL (BURSA, kontrolsüz koşullarda) ve MAM (10°C'de, <%65 Bağıl Nem) depolarında muhafaza edilen ham ayçiçeği çekirdeklerinin hekzanal değerleri



Şekil 3.1.6. LOKAL (BURSA, kontrolsüz koşullarda) ve MAM (10°C'de, <%65 Bağıl Nem) depolarında muhafaza edilen ham ayçiçeği çekirdeklerinin E Vitamini değerleri

3.2. KAVRULMUŞ ÜRÜNLERİN PAKETLİ (NORMAL, AZOTLU) OLARAK DEPOLANMASI VE KALİTE ÖZELLİKLERİ

Ayçiçeği çekirdekleri kavurulduktan sonra Adalılar tesislerinde 200-500 gr'lık tüketici tipi küçük paketlerde, lamine ambalaj malzemesi kullanılarak paketlenmiş ve TÜBİTAK MAM'da paketli olarak yaklaşık 10, 20 ve 30°C'ye ayarlanmış depolarda muhafaza edilmiştir.

Kavurma işlemi hasat sonrası, hasattan 8 ay ve 12 ay sonra üç kez yapılmış ve paketlenmiş ürünlerde

- Paket içerisindeki oksijen konsantrasyonu (%) (Şekil 3.2.1)
- Kavrulmuş ürünlerde peroksit değeri (meş O_2 /kg) ve Serbest yağ asitliği (%) (Şekil 3.2.2, 3.2.3 ve 3.2.4)
- Hekzanal değeri (μ g/kg) (Şekil 3.2.5)
- E vitamini (mg/100 g) (Şekil 3.2.6)
- Su aktivitesi değerleri (Şekil 3.2.7) verilmiştir.
-

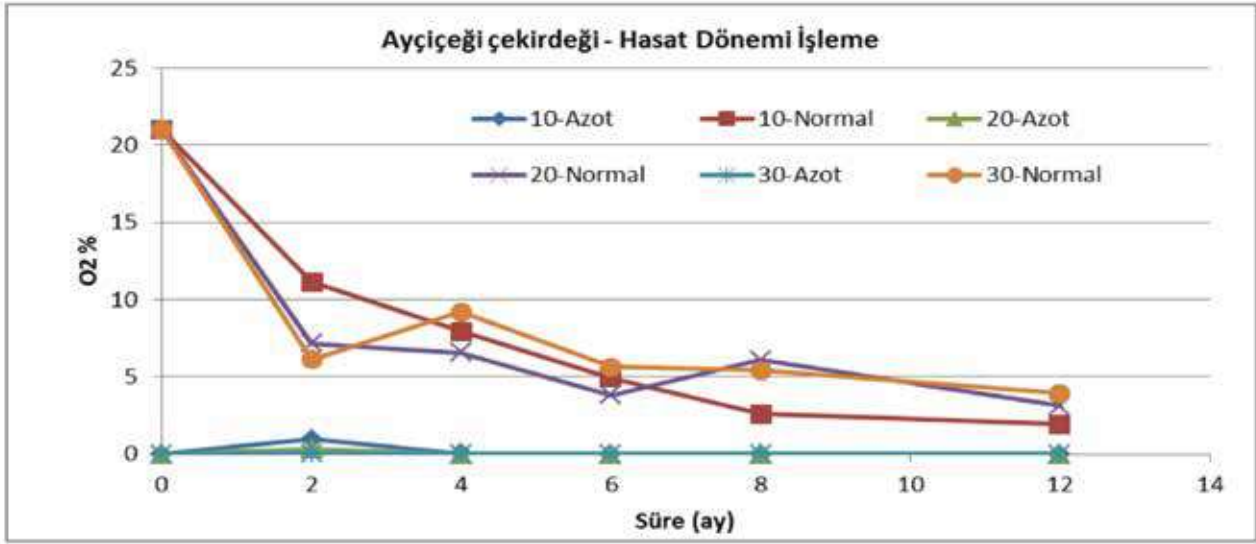
Tüm ürünlerin mikrobiyolojik analizleri (toplam bakteri ve küf) her örnekleme sonrası yapılmış ancak mikrobiyolojik açıdan ürünlerde bir değişim olmamış, başlangıç ve son örneklemede aflatoxin tespit edilmemiştir. Tüm ürünler güvenli sınırlar dahilinde kavrulmuş, paketlenmiş ve depolanmıştır. Hasat sonrası kavrulmuş ürünlerin nem içerikleri kavurma işlemi ile %6'dan yaklaşık %1'e ve su aktiviteleri de 0,47'den 0,06-0,16 değerine kadar düşmüştür.

Normal atmosferik koşullarda paketleme işlemi sonrası oksijen konsantrasyonu %21'den 2 ay içinde hızla %10'un altına düşmüştür. Oksijen oranının azalması paket içerisindeki oksijenin ayçiçeği çekirdeğinin yüksek yağ oranına bağlı olarak oksidasyona neden olması ve acımsı tadın açığa çıkmasının göstergesidir. Hasattan 8 ay ve 12 ay sonra kavrulup paketlenen ürünlerde paket içerisindeki oksijenin azalma hızı daha fazla olmuştur.

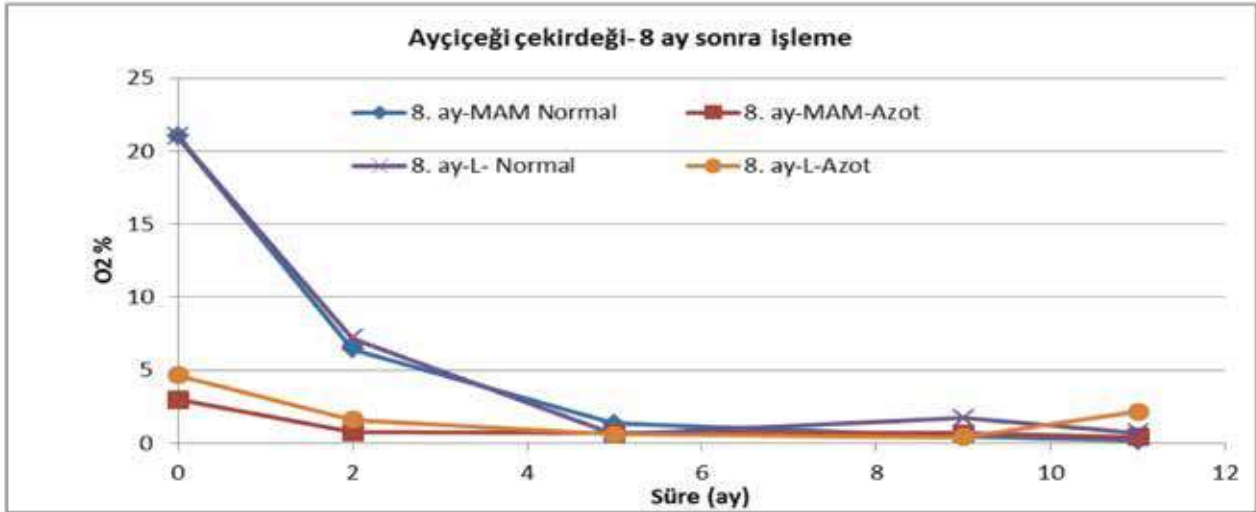
Bunun nedeni depolama boyunca ürünlerin kalitesindeki kayıplara bağlı olarak bekleyen ayçiçeği çekirdeklerinin daha hızlı bozulmaya başlamasıdır. LOKAL depo olarak adlandırılan depoda sıcaklık veya bağıl nem kontrolü yapılmamış olmasına rağmen LOKAL depo koşulları MAM'da bulunan 10°C'deki serin depo koşullarından özellikle yaz aylarında daha kuru olması nedeni ile her iki depolama koşullarında muhafaza edilen ham ürünlerin işlenmesi ve depolanmasında kalite açısından benzer sonuçlar alınmıştır. Dolayısı ile ham ürünlerin depolanması aşamasında sadece serin depo koşullarının (10°C) yeterli olmadığı bağıl nemin güvenli depolama açısından %65'in altında olması yeterli iken, kalite açısından mutlaka %55'in altında tutulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Hasat sonrası kavrularak paketlenen ürünlerde azot gazı altında paketleme yapıldığı takdirde, ortamdan oksijen uzaklaştırıldığı için oksidasyona bağlı acılaşma gerçekleşmediğinden ürünler 1 yıl boyunca kalitelerini muhafaza edebilmektedir. Ancak, azot gazı ile paketleme sonrası paket içerisinde kalan oksijen oranı çok önemli olduğundan, bu oranın mümkün olduğunca en aza (<%1) indirilmesi gerekmektedir.

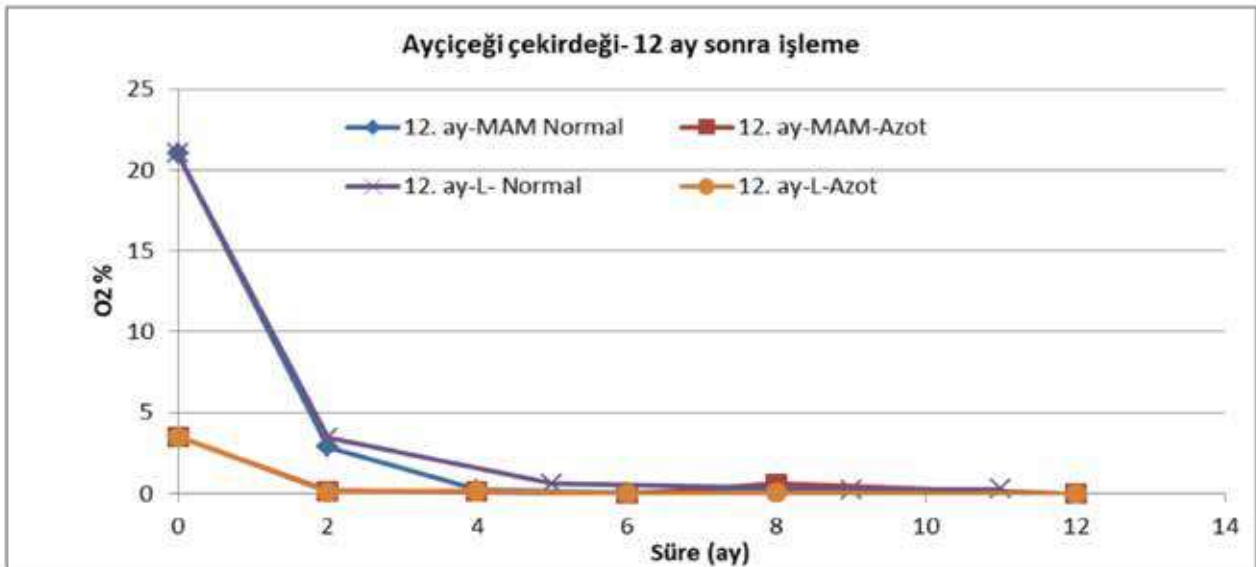
Hasat sonrası yapılan paketleme işleminde oksijen oranı paket içerisinde %1'in altına düşürülebilmüş ve ürünler bir yıl boyunca acılaşmadan muhafaza edilebilmiştir. Hasat sonrası işlenen ve azot gazı (<%1) ile paketlenen ürünlerde acılaşma (oksidasyon) göstergesi olan hekzanal değeri bir yıl sonunda 1000 mg/kg değerini aşmazken, hasattan 8 ay sonra işlenen ve azot gazı ile (<%5) paketlenen ürünlerde 2 ay depolama süresinden sonra hekzanal değeri hızla artmış ve 1000 mg/kg değerini aşmıştır (Şekil 3.2.5).



a) Hasat sonrası 10, 20 ve 30°C depolama süresince



b) 8 ay sonra işlenme sonrası 20°C depolama süresince



c) 12 ay sonra işleme sonrası 20°C depolama süresince

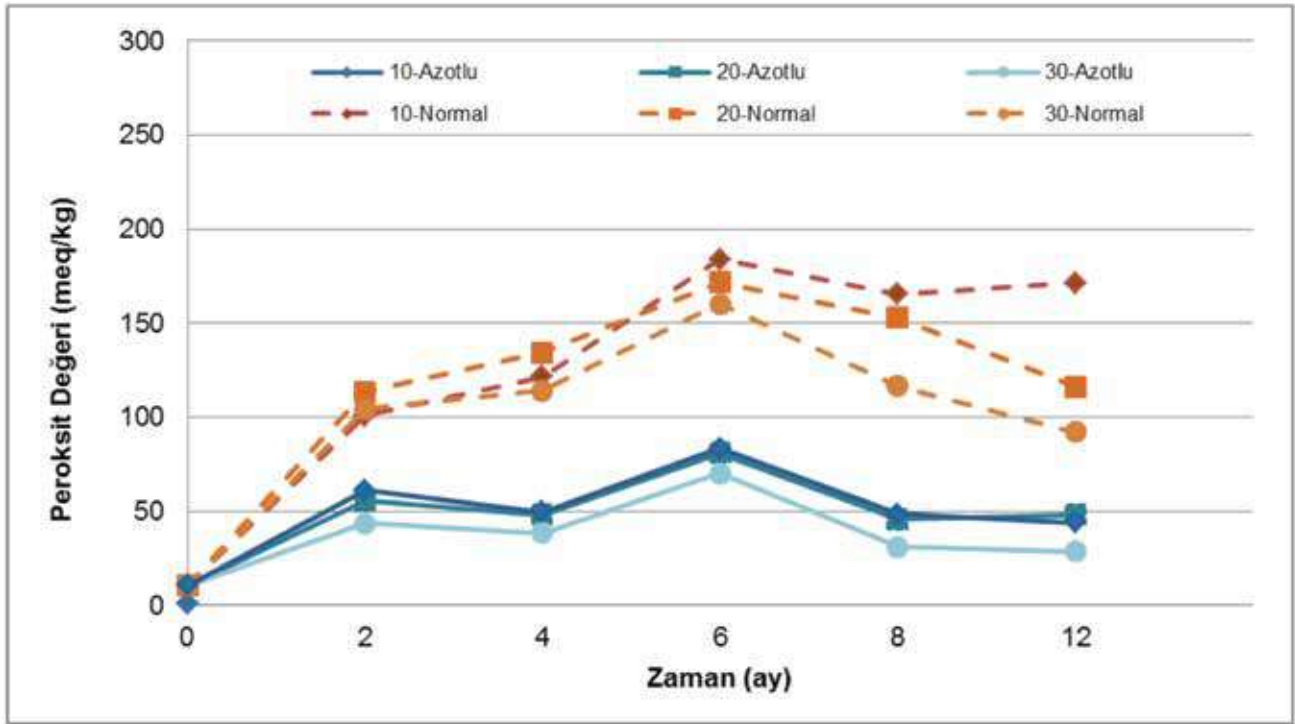
Şekil 3.2.1. Hasat sonrası kavrulan ve AZOT gazı ile (>95) ve normal, atmosferik koşullarda paketlenen ayçiçeği çekirdekleri örneklerinde depolama süresince paketlerin içerisindeki O₂ konsantrasyonu

Hasat sonrası kavrulmuş ürünlerin nem içerikleri yaklaşık %1'e kadar düşmüş ve su aktiviteleri hasat dönemi işlenen ürünlerde 0,157, 8. Ayda işlenen ürünlerde 0,060 (MAM depo) ve 0,073 (LOKAL depo), 12. Ayda işlenen ürünlerde ise 0,076 (MAM depo) ve 0,093 (LOKAL depo) olarak kaydedilmiştir. Paketlenmiş ürünlerin su aktivitelerinde depolama süresince önemli değişim gözlenmemiştir. İşlenmiş ürünlerin peroksit değeri azotla paketlenen ürünlerde 2 ay içerisinde 50 meş O_2/kg 'ı aşarken, normal paketlerde iki kat daha fazla bozulma gözlenmiş ve peroksit değeri 100 meş O_2/kg 'ı aşmıştır. Peroksit değeri 100 meş O_2/kg Hettiarachchy vd. (1989) ve Buendia ve D'Appolonia (1986) tarafından önerilen sınır değer olup, bu çalışma sonuçlarında da acılaşıma sınır olarak kullanılmıştır. Hasattan 8 ay sonra kavru lan ürünlerde de benzer durum gözlenmiş, 2 ay içerisinde normal paketli ürünlerde peroksit değeri azotlu paketlere kıyasla iki kat daha fazla olmuş ve 120 meş O_2/kg 'a ulaşmıştır. Hasattan 12 ay sonra kavru lan ürünlerde ise 4 ay sonra normal paketli ürünlerde peroksit değeri 120 meş O_2/kg 'a ulaşmıştır. Serbest yağ asitliği değerlerinde kavrulmuş ürünlerde depolama boyunca önemli değişiklik kaydedilmemiştir. Azot ile paketlenen ürünlerin hekzanal değerlerinde depolama boyunca önemli değişiklik gözlenmezken, normal paketli ürünlerde hasattan hemen sonra kavru lan ürünlerde 4 ay içerisinde, hasattan 8 ve 12 ay sonra kavru lan ürünlerde ise 2 ay sonra hekzanal değeri 2000 $\mu g/kg$ değerine ulaşmıştır. Hekzanal değerindeki artış depolama sıcaklığına bağlı olarak ilk 4 ay içerisinde daha fazla olmuştur. Hasattan 8 ay sonra kavru lan ürünlerde bozulma MAM depoda (10°C) muhafaza edilen ürünlerde LOKAL depoya kıyasla daha az olmuştur. Ancak MAM depoda 8 aydan sonra bağıl nem düzeyinin %60 düzeyine ulaşmasına bağlı olarak bozulma reaksiyonları hızlanmış, hasattan 12 ay sonra işlenen ürünlerde hekzanal artışı LOKAL depoda depolanan ürünlerle ile benzer düzeyde olmuştur (Şekil 3.2.4 ve Şekil 3.2.5).

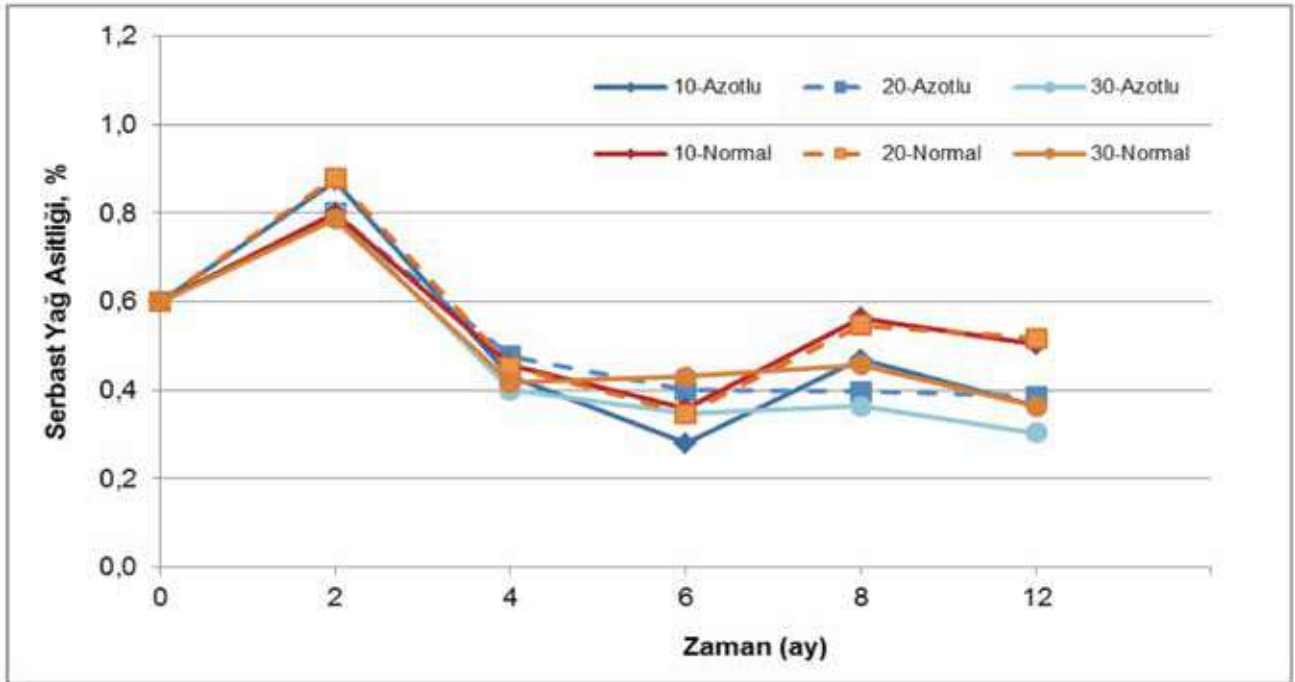
E vitamini açısından incelendiğinde; ürünlerin ham ve kavurma sonrası paketlenip farklı ortamlarda 12 ay depolama sonrası E vitamini kayıpları Tablo 4.1'de verilmiştir. E vitamininin korunması açısından ham ürünlerin serin ve kuru depoda (<%65 BN-10°C) muhafaza edilmesi LOKAL depo koşullarına kıyasla daha iyi sonuç vermiştir. Kavrulmuş ayçiçeği çekirdeklerinde acılaşıma ve E vitamini kaybı oksijensiz ortamda; azot gazı ile paketlenmiş ürünlerde ve düşük sıcaklıktaki depolama koşullarında daha az olmuştur (Tablo 3.2.1).

Tablo 3.2.1. Farklı depolama koşullarında muhafaza edilen ürünlerde E vitamini kaybı

Depolama tipi	<%65 BN-10°C (MAM)			Kontrolsüz Depo (LOKAL)		
Ham ürünlerde	14			21		
Paketleme tipi	>95 Azot gazı			Normal Atmosferde		
Depolama sıcaklığı	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
Hasattan sonra	16	18	21	17	26	35
	<%65 BN-10°C (MAM)			Kontrolsüz Depo (LOKAL)		
Ambalajlama tipi	>95 Azot gazı		Normal	>95 Azot gazı		Normal
8 ay sonra	37		56	37		48
12 ay sonra	34		42	10		27

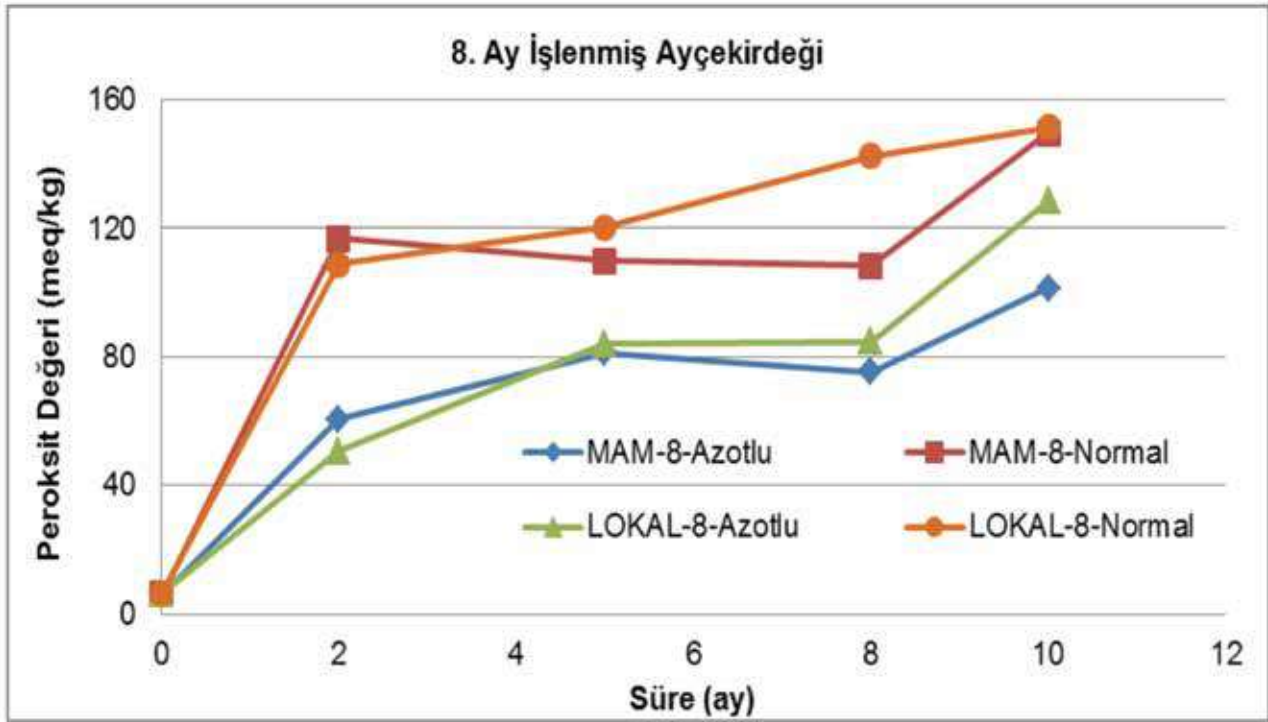


a)

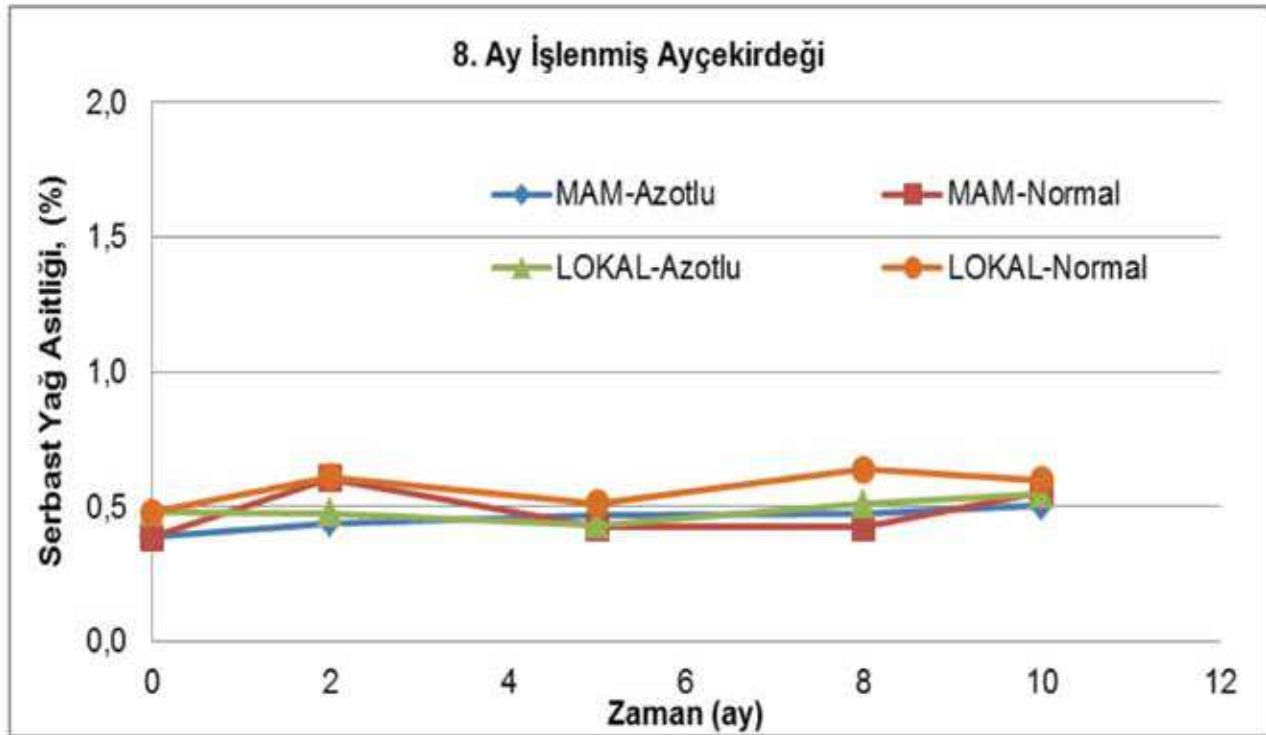


b)

Şekil 3.2.2. Hasat sonrası kavrulan ayçiçeği çekirdeklerinin normal ve azotlu paketleme sonrası 10, 20 ve 30°C depolama süresince a) peroksit değeri ve b) serbest yağ asitliği değerleri

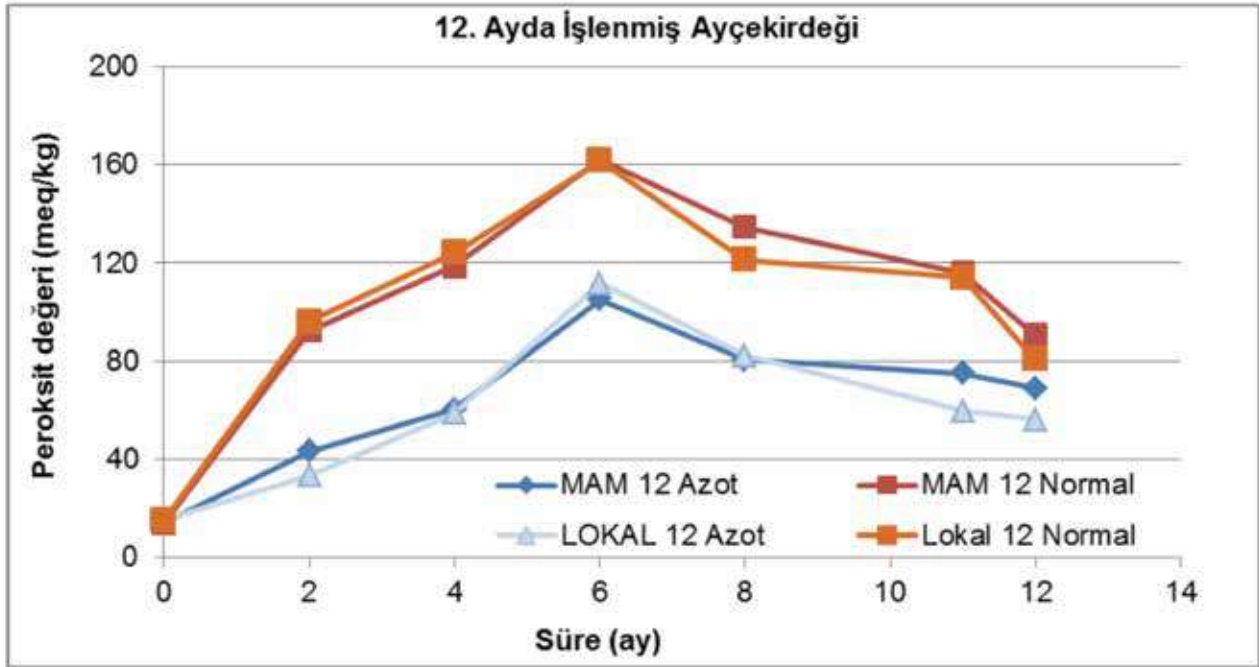


a)

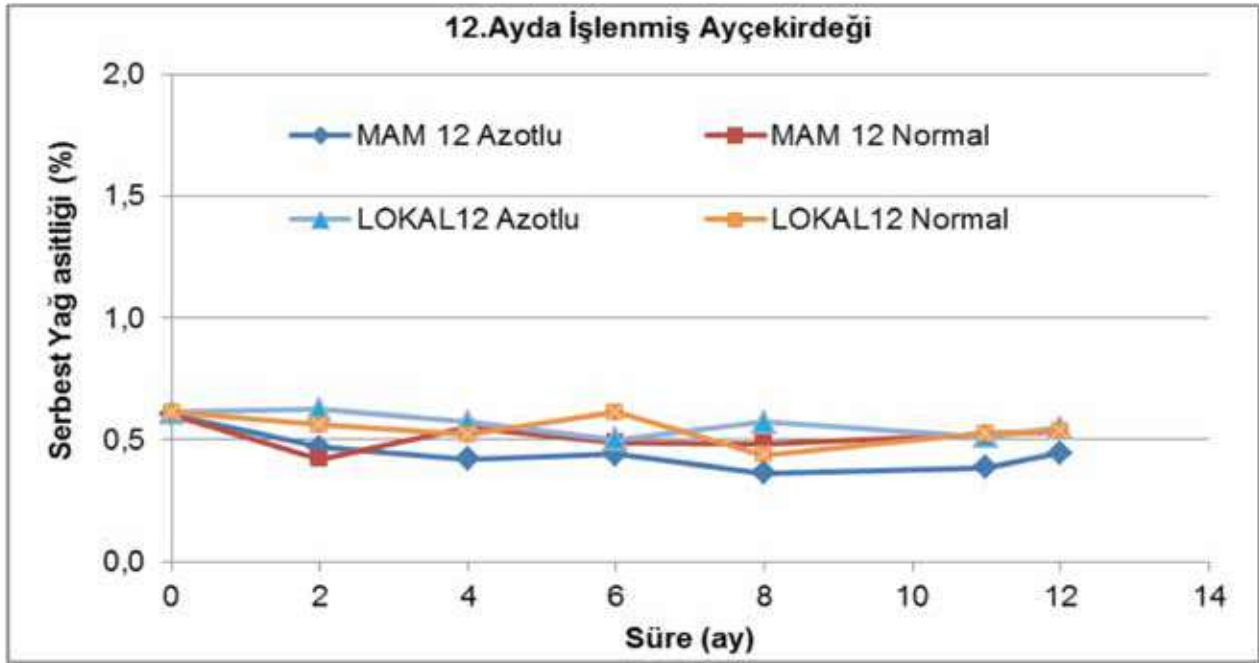


b)

Şekil 3.2.3. Hasattan 8 ay sonra kavruşan ayçiçeği çekirdeklerinin normal ve azotlu paketleme sonrası 20°C'de depolama süresince a) peroksit değeri ve b) serbest yağ asitliği değeri

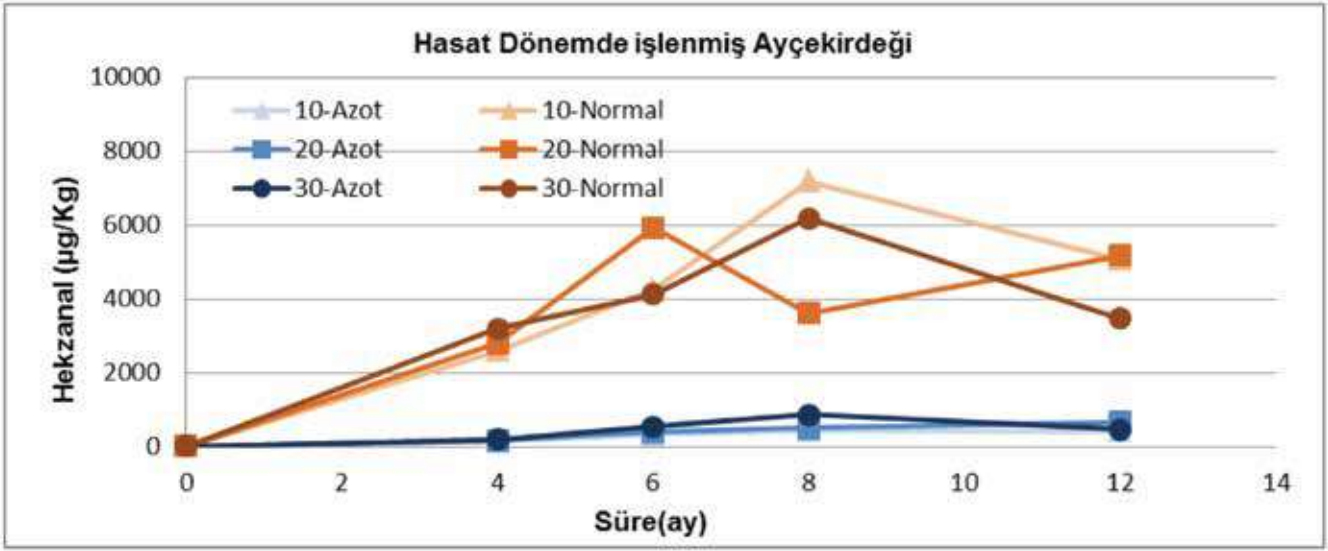


a)

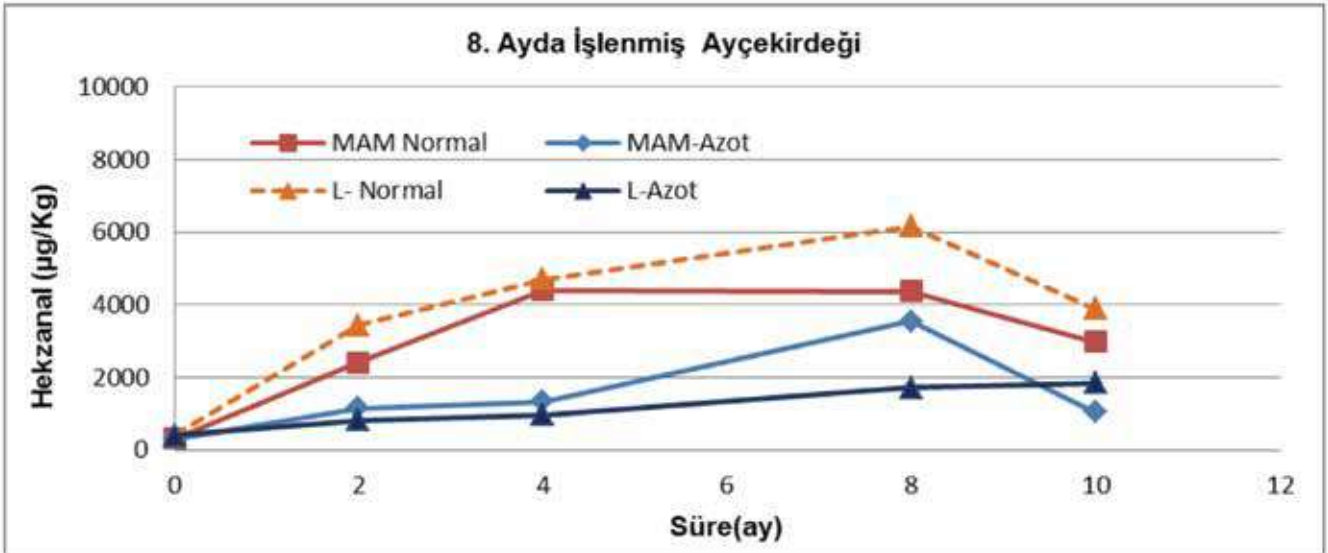


b)

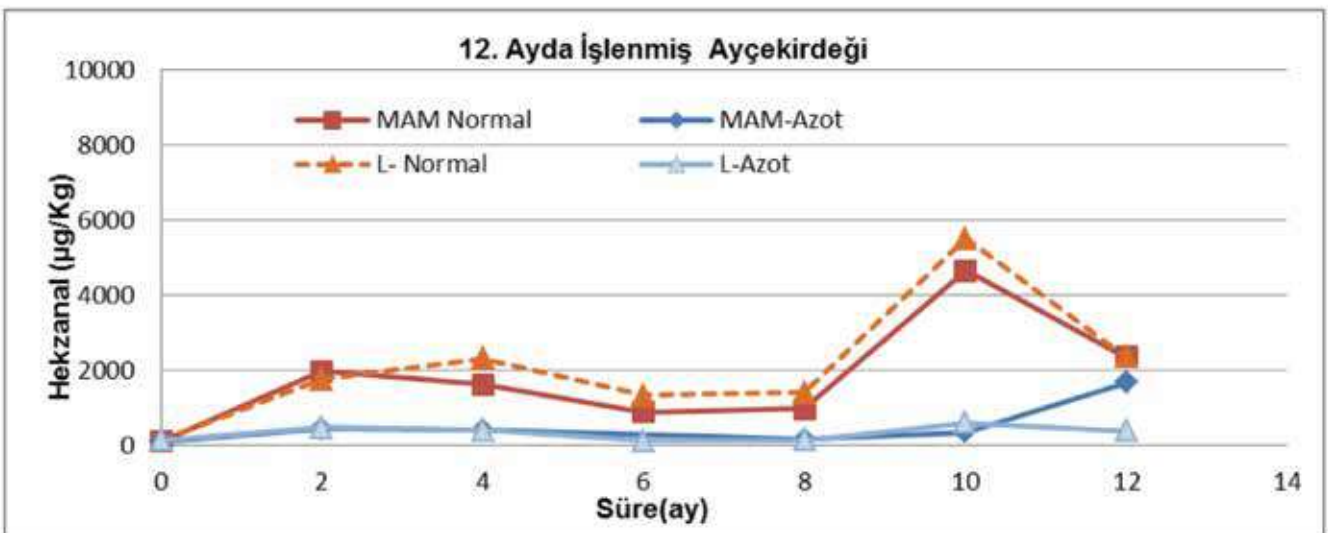
Şekil 3.2.4. Hasattan 12 ay sonra kavruşan ayçiçeği çekirdeklerinin normal ve azotlu paketleme sonrası 20°C'de depolama süresince a) peroksit değeri ve b) serbest yağ asitliği değeri



a) Hasat sonrası 10, 20 ve 30°C depolama süresince

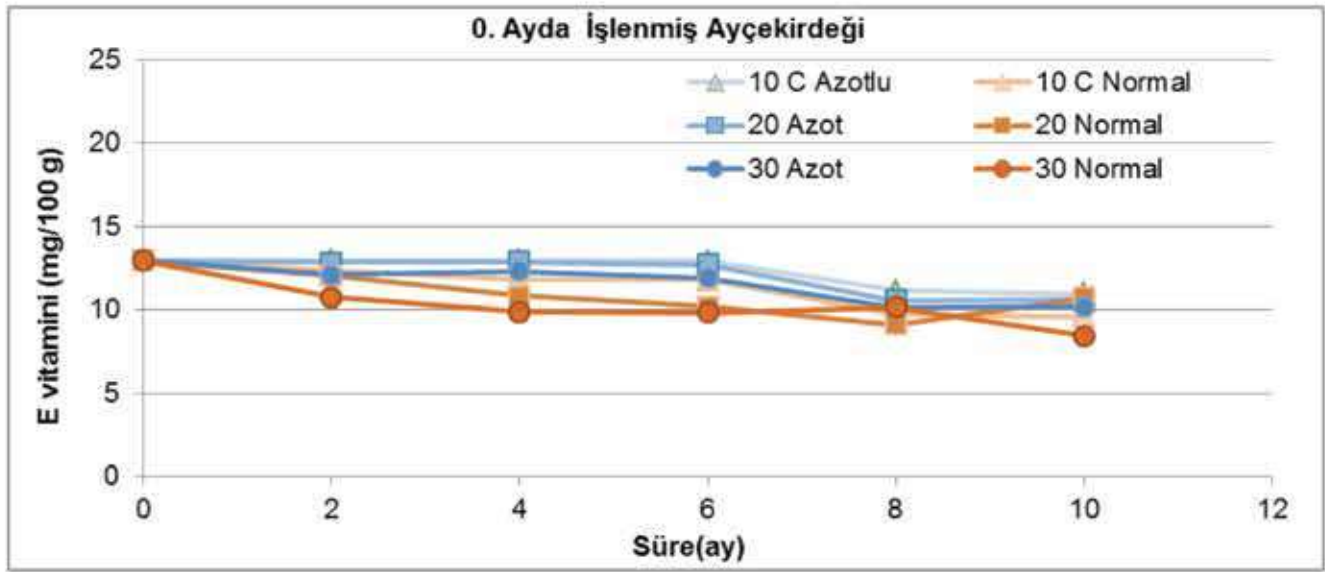


b) 8 ay sonra işleme sonrası 20°C depolama süresince

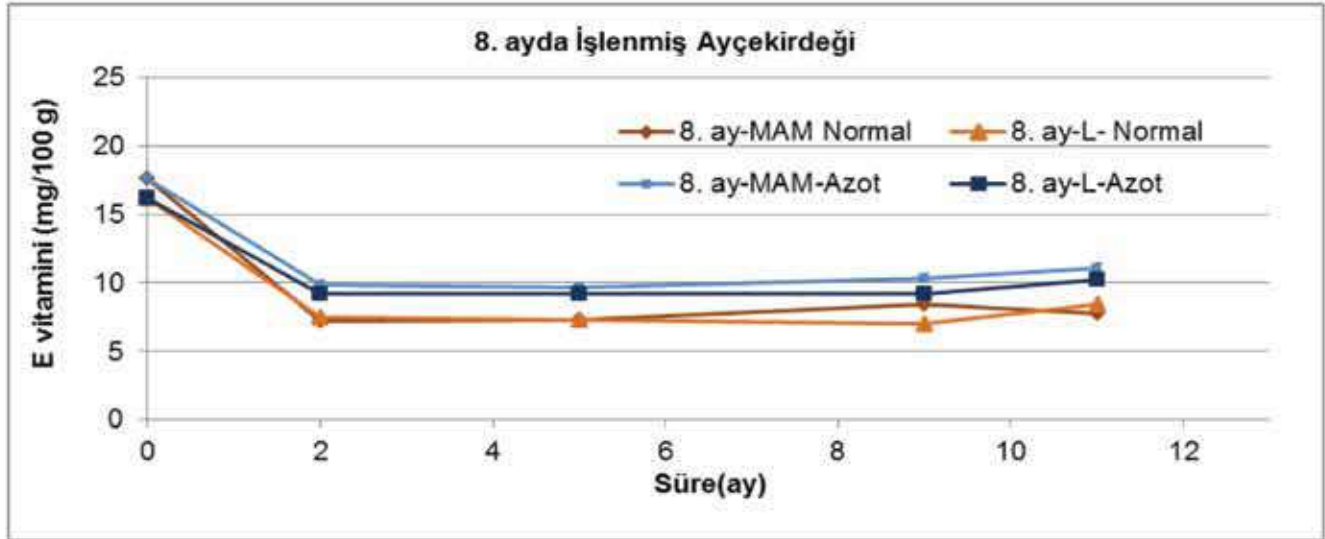


c) 12 ay sonra işleme sonrası 20°C depolama süresince

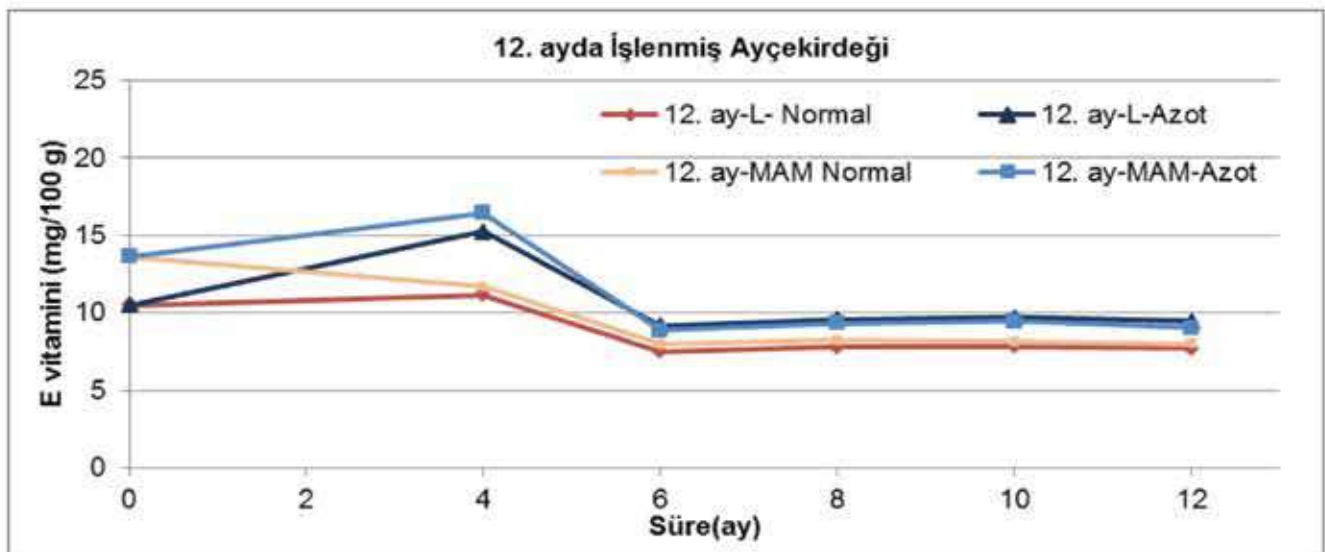
Şekil 3.2.5. Kavru lan ayçiçeği çekirdeklerinin normal ve azotlu paketleme sonrası hekzanal değerleri



a) Hasat sonrası 10, 20 ve 30°C depolama süresince

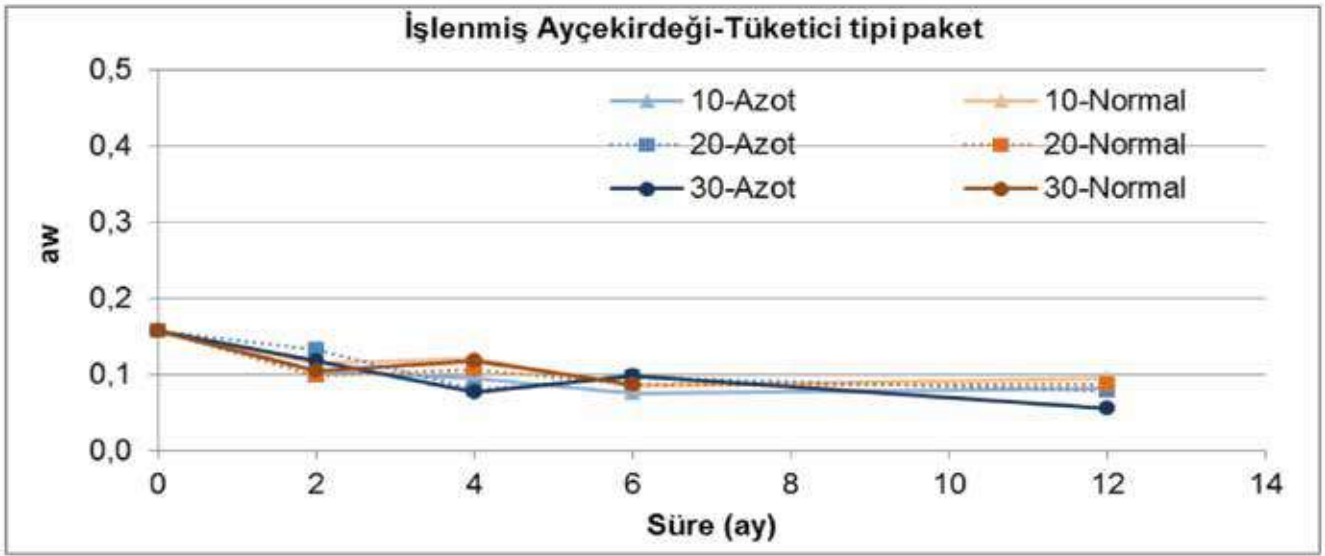


b) 8 ay sonra işlenme sonrası 20°C depolama süresince

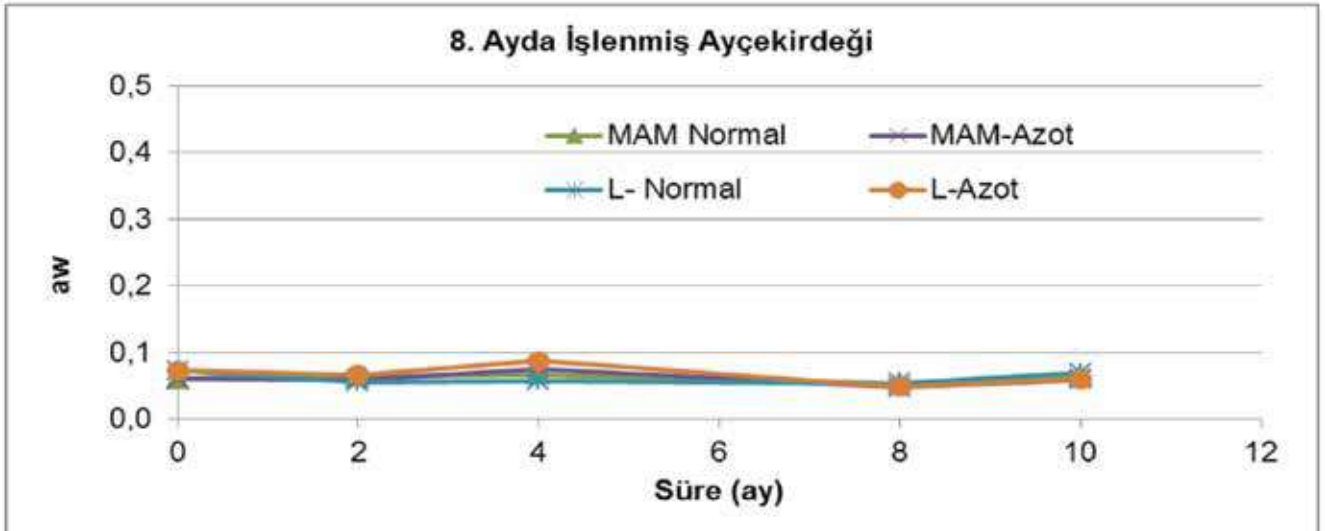


c) 12 ay sonra işleme sonrası 20°C depolama süresince

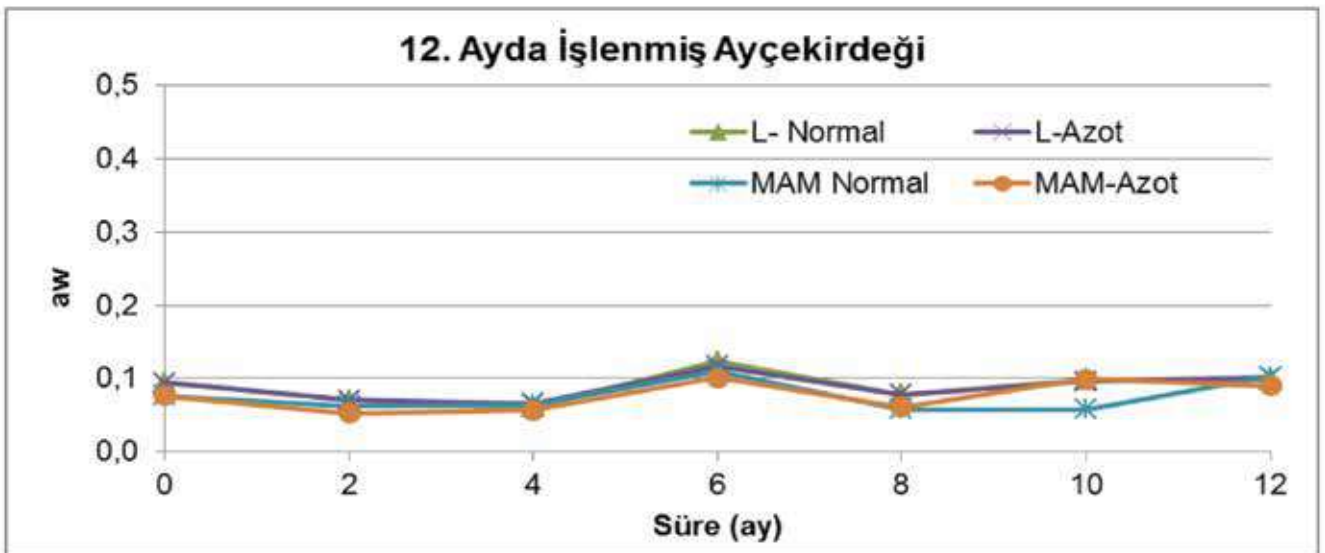
Şekil 3.2.6. Kavrulan ayçiçeği çekirdeklerinin normal ve azotlu paketlenme sonrası E vitamini değerleri



a) Hasat sonrası 10, 20 ve 30°C depolama süresince



b) 8 ay sonra işleme sonrası 20°C depolama süresince



c) 12 ay sonra işleme sonrası 20°C depolama süresince

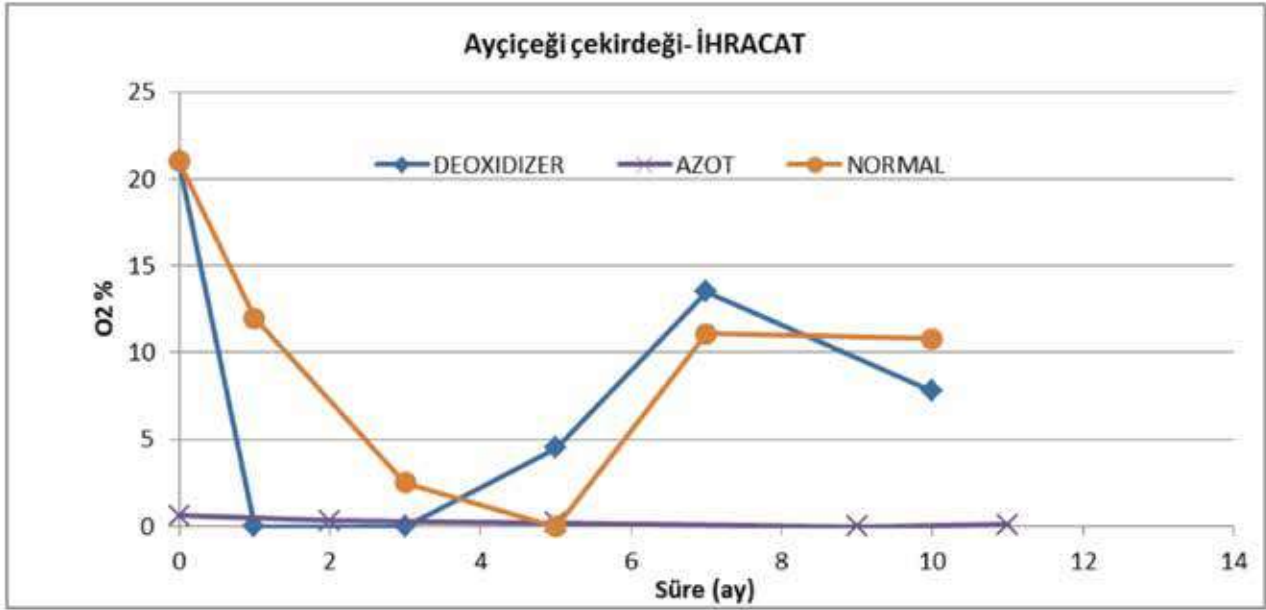
Şekil 3.2.7. Kavru lan ayçiçeği çekirdeklerinin normal ve azotlu paketleme sonrası su aktivitesi değerleri

3.3. İHRACATA YÖNELİK KAVRULMUŞ ÜRÜN VERİLERİ (DEOKSİDİZER, VAKUM, NORMAL)

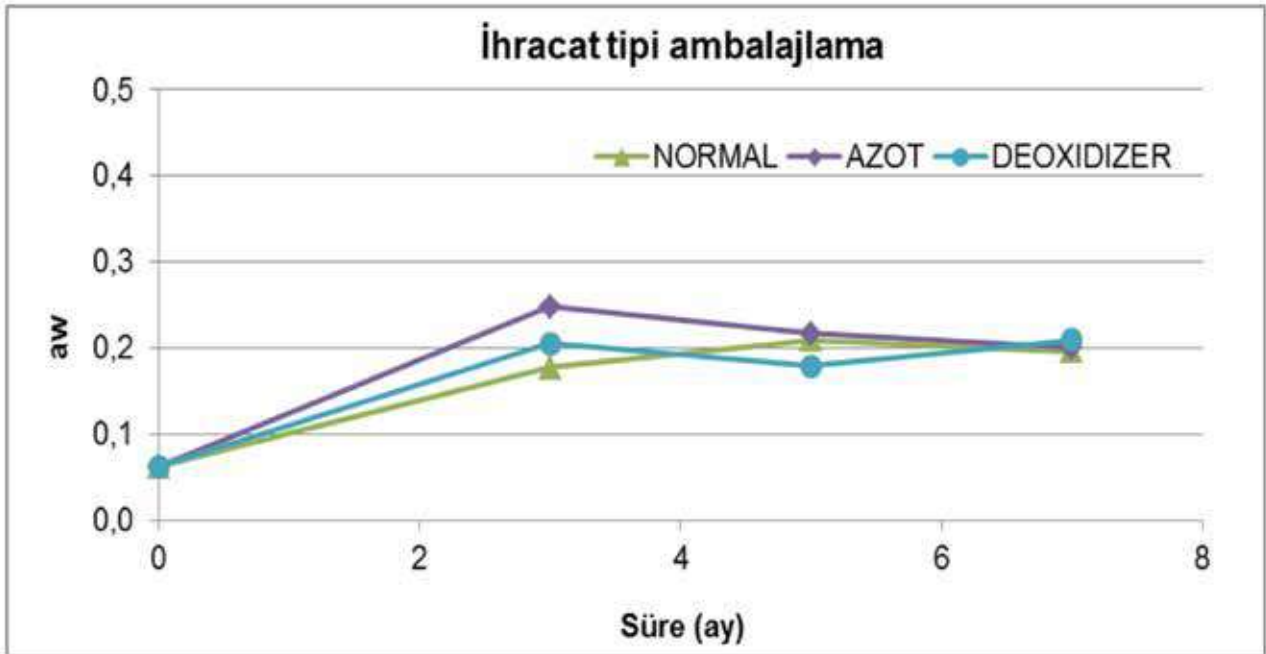
Ayçiçeği çekirdekleri hasattan 8 ay sonra kavurulup, ihracata yönelik 20-25 kg'lık kapasitedeki geçirgenliği yüksek (Oksijen Geçirgenliği: 2,13 ml/m²/gün) ambalaj malzemesi kullanılarak deoksidizerli (oksijen tutucu içeren küçük poşetler) paketlenme, azotlu paketlenme ve normal koşullarda paketlenme yapılarak TÜBİTAK MAM'daki 20°C'deki depoya yerleştirilmiştir. Bu ürünlere ait paket içerisindeki oksijen oranları Şekil 3.3.1'de ve su aktivitesi değerleri Şekil 3.3.2'de verilmiştir. Ambalaj malzemesinin geçirgen özellikte olması nedeni ile 0,1 su aktivitesi değerinin altında olan kavrulmuş ürünler paket içerisinde 2 ay içerisinde nem almış ve su aktiviteleri 0,2 değerine ulaşmıştır. Deoksidizerli paketlerde 2 ay içerisinde oksijen oranındaki azalma normal paketlerden daha fazla olmuştur. Bunun nedeni normal paketlerdeki oksijen oranındaki azalma sadece ürünün oksidasyonuna bağlı iken, deoksidizerli paketler içerisindeki oksijenin O₂ tutucu küçük poşetler tarafından hızla absorbe edilmiş olmasıdır. Normal paketlerde O₂ konsantrasyonu 1 ay sonra %12'ye düşmüşken deoksidizerli paketlerde O₂ tespit edilmemiştir. Buna rağmen deoksidizer (oksijen tutucu) uygulaması ihracat tipi büyük ambalajlarda beklenen korumayı sağlayamamış ve paketlerde 3. aydan sonra oksijen oranının arttığı tespit edilmiştir.

Mu vd., (2013) farklı oksijen tutucuların (deoksidizer) kavrulmuş ayçiçeği çekirdekleri üzerine 120 gün içerisinde olumlu etkisi olduğunu ve oksijenin ortamdan uzaklaştırılması ile ayçiçeği çekirdeğinin peroksit değerinin en az iki katı daha az arttığı belirtmiştir. Bu çalışmada deoksidizerli uygulama 4 aydan daha fazla sürdüğünden, muhtemelen kullanılan Deoksidizer miktarının yeterli olmaması ve ambalaj malzemesinin oksijen geçirgenliğinin yüksek olmasına bağlı olarak 4 ay (120 gün) sonra paket dışarıdan hava sızdırmış olabilir. Paketlerin dışarıdan oksijen sızdırma ihtimali veya iyi kapatılamamış olması, seçilen ambalajın deoksidizer uygulamasına uygun olmadığı buna neden olarak da gösterilebilir. Dolayısı ile Deoksidizer uygulamasının daha kapsamlı şekilde planlanarak değerlendirilmesi daha uygun olacaktır.

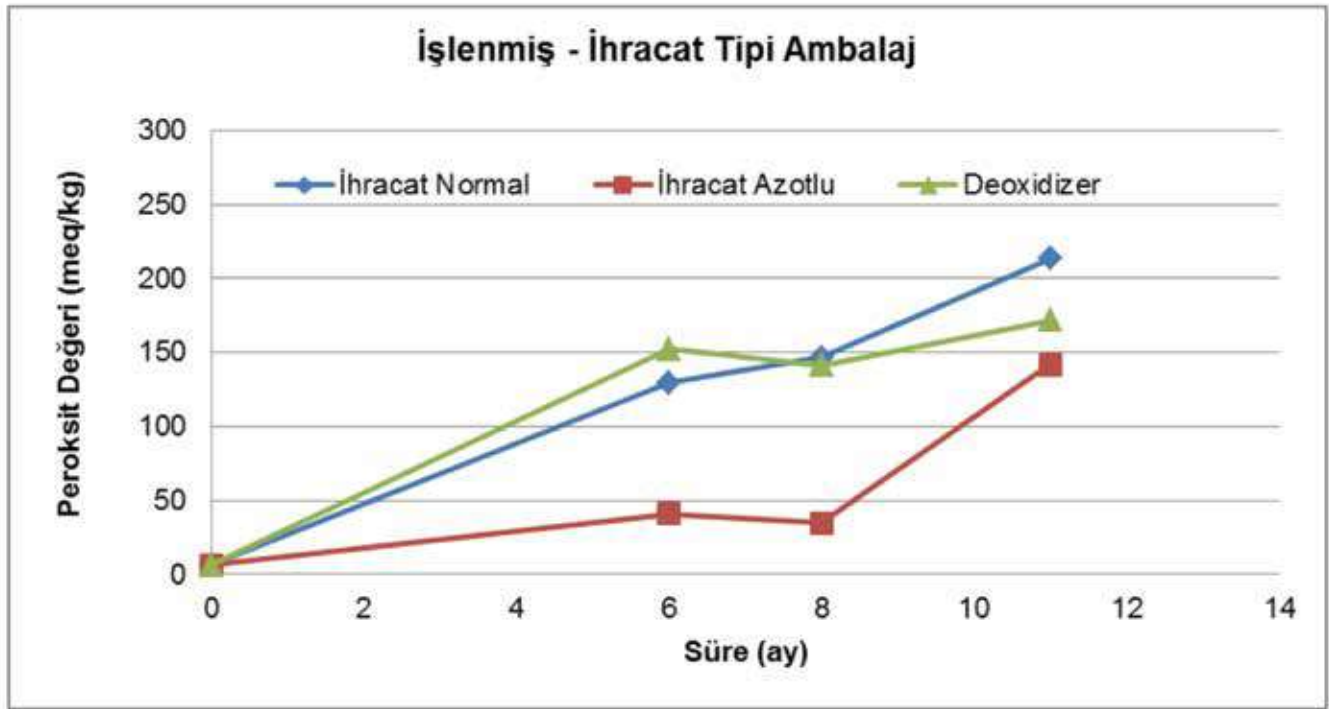
Azot gazı ile paketlenme ihracat tipi büyük ambalajlarda da iyi sonuç vermiştir. Dolayısı ile oksidasyonun/bozulmanın önlenmesinde oksijenin uzaklaştırılması en önemli etmen olup, ticari açıdan uygulanabilir oksijensiz paketlenme yöntemi seçilmelidir.



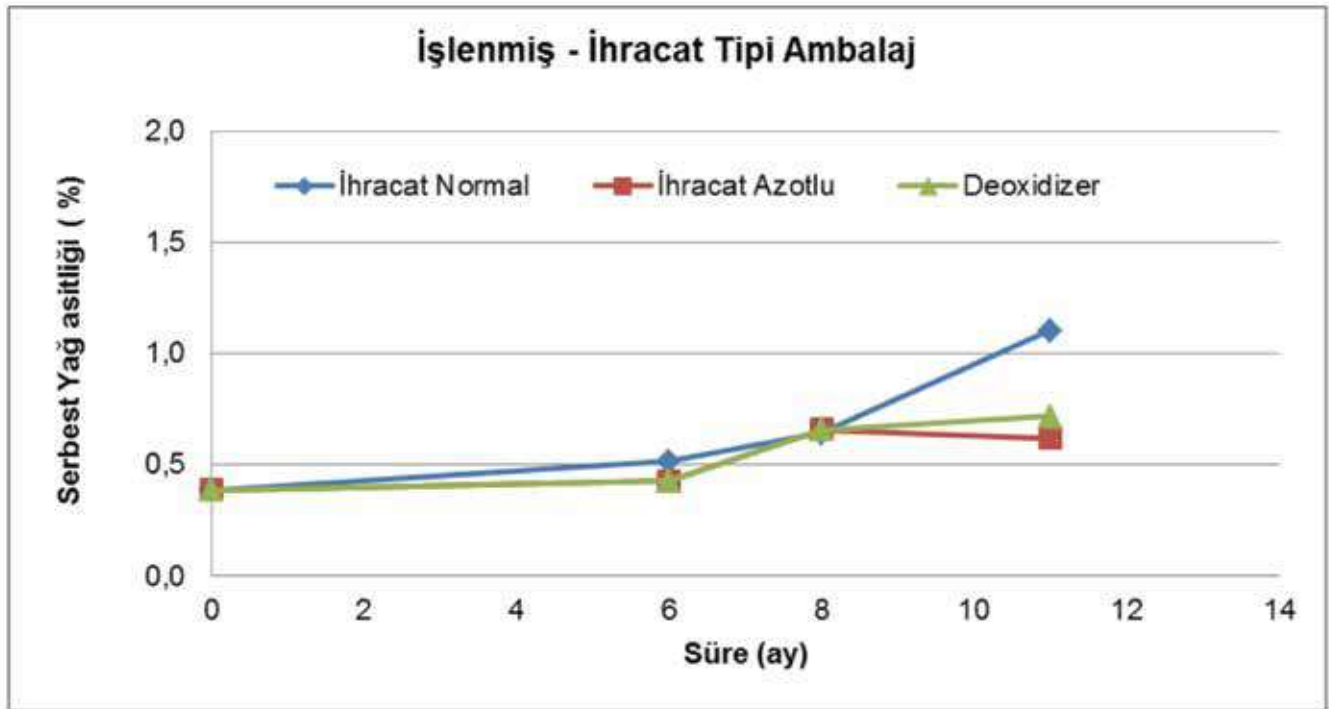
Şekil 3.3.1. Hasattan 8 ay sonra kavruulan ayçiçeği çekirdeklerinin ihracata yönelik büyük ambalajlarda normal, azotlu ve deoksidizer ile paketlenme sonrası 20°C'de depolama süresince paket içerisinde oksijen konsantrasyonu



Şekil 3.3.2. Hasattan 8 ay sonra kavruulan ayçiçeği çekirdeklerinin ihracata yönelik büyük ambalajlarda normal, azotlu ve deoksidizer ile paketlenme sonrası 20°C'de depolama süresince paket içerisinde su aktivitesi değerleri

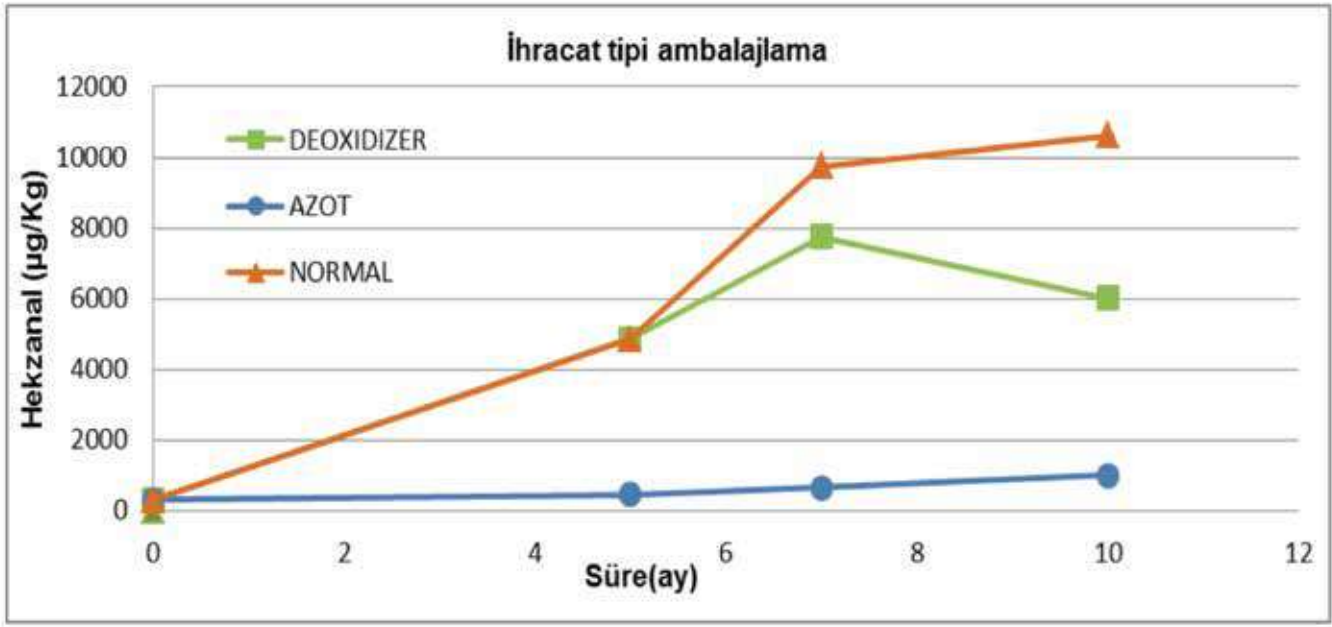


a)

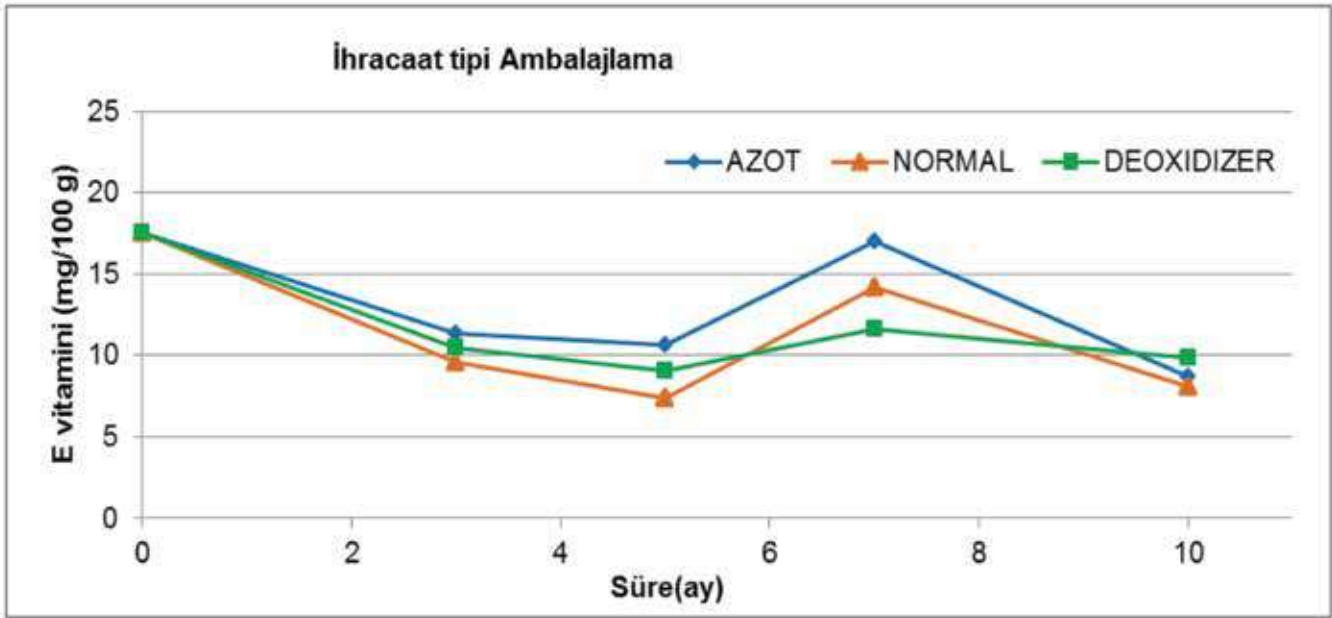


b)

Şekil 3.3.3. Hasattan 8 ay sonra kavrulan ayçiçeği çekirdeklerinin ihracata yönelik büyük ambalajlarda normal, azotlu ve deoksidizer ile paketleme sonrası 20°C'de depolama süresince
a) peroksit değeri ve b) serbest yağ asitliği değerleri



Şekil 3.3.4. Hasattan 8 ay sonra kavru lan ayçiçeği çekirdeklerinin ihracata yönelik büyük ambalajlarda normal, azotlu ve deoksidizer ile paketleme sonrası 20°C'de depolama süresince hekzanal değerleri



Şekil 3.3.5. Hasattan 8 ay sonra kavru lan ayçiçeği çekirdeklerinin ihracata yönelik büyük ambalajlarda normal, azotlu ve deoksidizer ile paketleme sonrası 20°C'de depolama süresince E Vitamini değerleri

3.4. DUYUSAL TESTLER

Projede Bursa İnegöl'den (Hektolit: 300/301) temin edilen ayçiçeklerinin dışında farklı bölgelerden de (Ankara-Hektolit: 277,5 ve Kayseri - Hektolit: 260,5) ayçiçeği temin edilerek bu ürünlerin oksidasyon stabilitesi ile birlikte raf ömrü çalışması yapılarak duyuşal açıdan aralarında kıyaslama yapılmıştır. Herbir bölgeden 2014 hasat yılına ait ürünlerden 13 Mart 2015 tarihinde 40 kg ayçiçeği çekirdeği temin edilmiş ve daha önceki işleme koşullarında kavrularak 400 gr'lık ambalajlarda azotlu (MAP: >%97 azot gazı) ve tüketici tipi geçirgenliği düşük ambalaj malzemesinde normal koşullarda paketlenmiştir. Ürünler MAM'da 20°C'lik depolarda muhafaza edilmiştir.

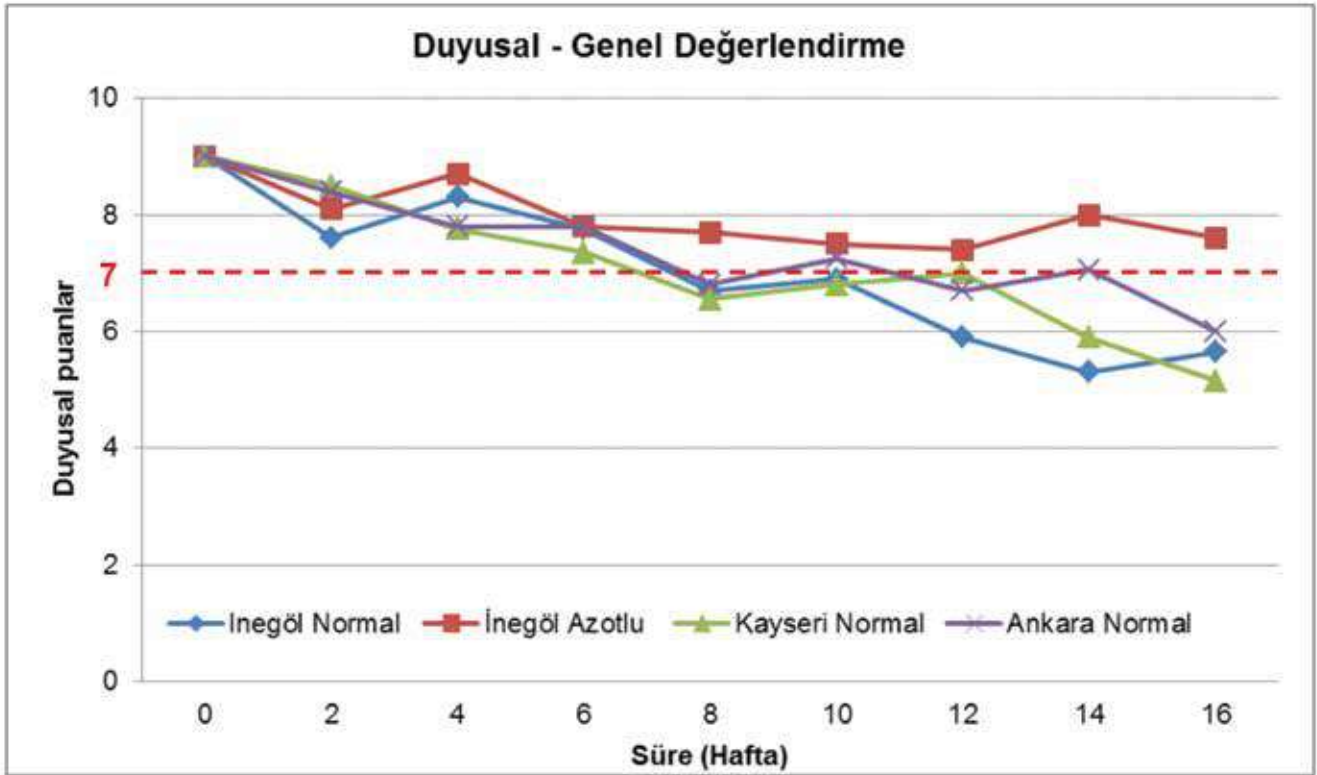
Bütün örneklerde ayçekirdeği kokusu, okside koku, farklı koku, çıtlama sesi, çiğneme dokusu, ayçekirdeği tadı, acı tat ve bütün bu karakterlerin hepsinin bir arada düşünülerek değerlendirildiği genel değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. 2'şer haftalık aralıklarla toplam 16 hafta boyunca değerlendirilen örnekler panelistlere gelişigüzel 3 basamaklı sayı ile kodlanmış olarak sunulmuştur. Panelistler tarafından öncelikle koku ile ilgili kriterleri (ayçekirdeği kokusu, okside koku, farklı koku) değerlendirilmiş daha sonra sırasıyla doku (çıtlama sesi ve çiğneme dokusu) ve tat kriterleri (ayçekirdeği tadı, acı tat) değerlendirilmiştir.

Değerlendirmeler için; ISO 3972 (2011) – Tat duyarlılığı ve ISO 5496 (2006) – koku duyarlılığı testlerinden geçmiş ve sert kabuklu meyve ile ilgili çalışmalarda deneyimli olan 10 panelist tarafından yapılmıştır. Depolama süresince üründeki her bir duyuşal kalitede olan değişim 9 puanlık skala üzerinden puanlanarak değerlendirilmektedir. Skala üzerinde yer alan 9 puan "çok iyi" tanımlamasına 1 puan ise "çok kötü" tanımlamasına karşılık gelecek şekilde oluşturulmuştur. Skalada kullanılan kriterlere göre puanlamalar aşağıda Tablo 3.4.1.' de belirtilmiştir.

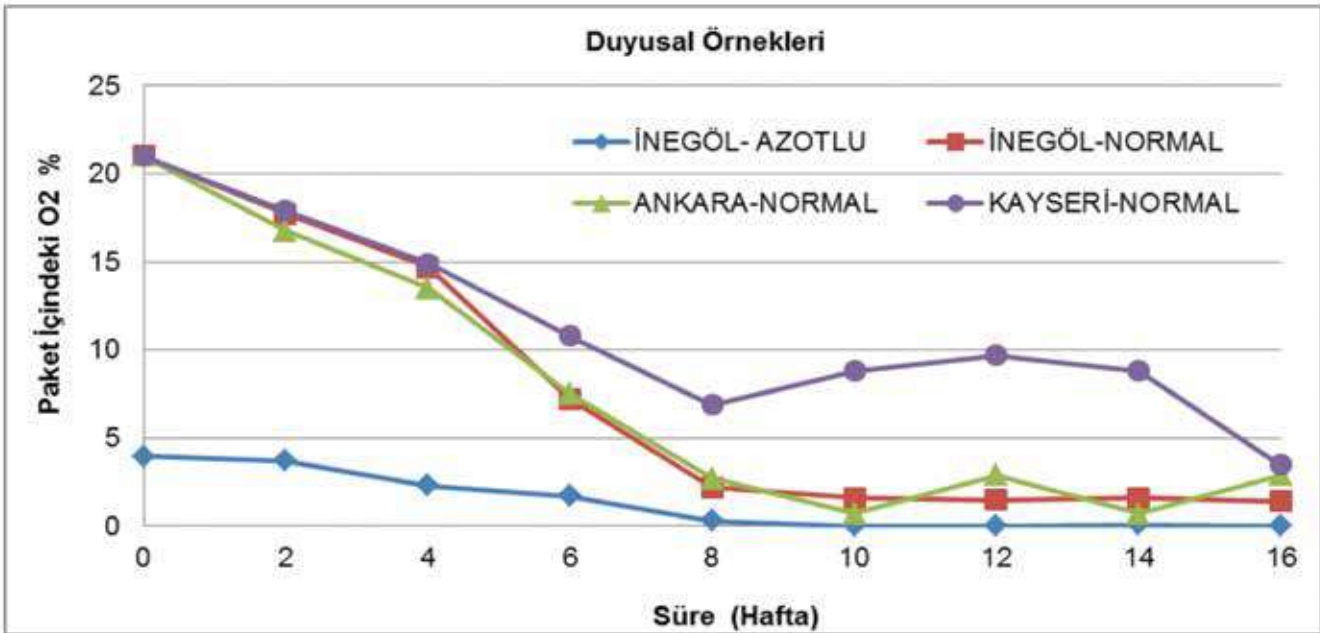
Tablo 3.4.1. Duyusal parametrelerin puan değerleri

Duyusal parametreler	Tanımlama puanı	
Ayçekirdeği kokusu	1: Çok kötü	9: Çok iyi
Okside koku	1: Çok yoğun	9: Hiç yok
Farklı koku	1: Çok yoğun	9: Hiç yok
Çıtlama sesi	1: Çok kötü	9: Çok iyi
Çiğneme dokusu	1: Çok yumuşak	9: Çok iyi, gevrek
Ayçekirdeği tadı	1: Çok kötü	9: Çok iyi
Acı tat	1: Çok yoğun	9: Hiç yok
Genel değerlendirme	1: Tüketmem	9: Tüketirim

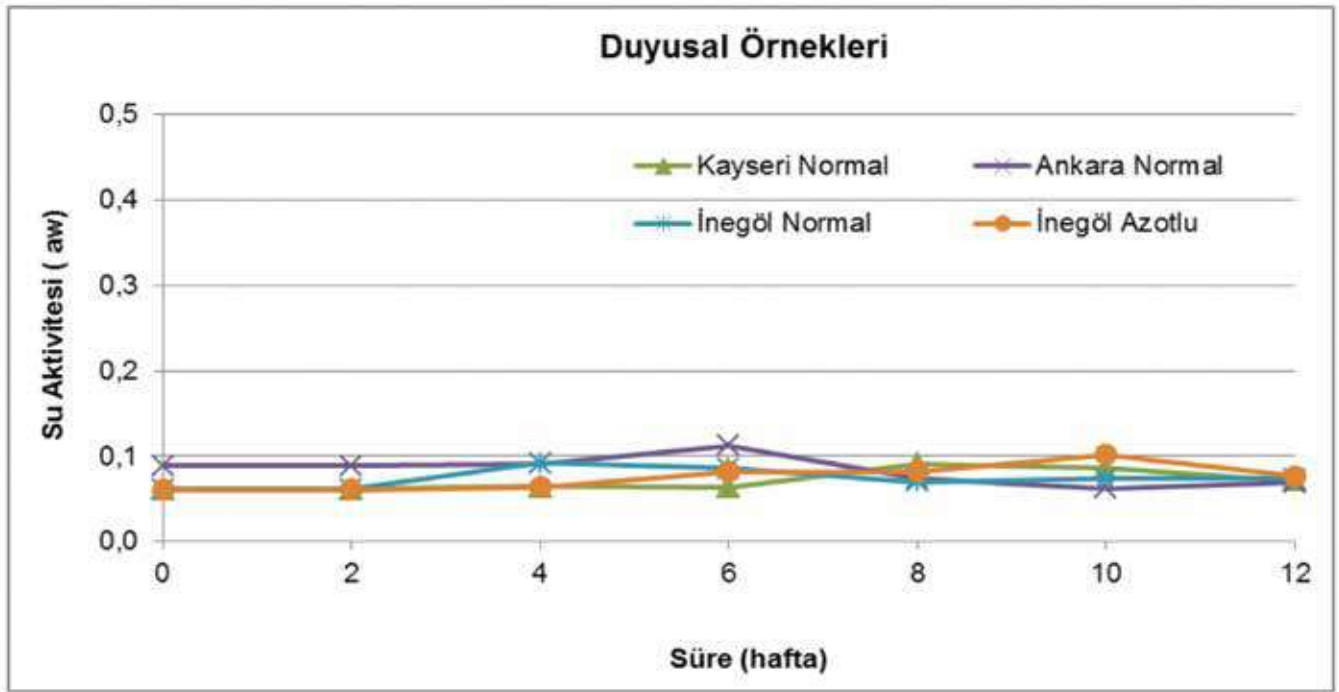
Duyusal değerlendirmesi yapılan örneklere ait "Genel Değerlendirme" kriteri sonucu Şekil 3.4.1, ambalaj içi O₂% değişimleri Şekil 3.4.2, peroksit değerlerindeki değişim Şekil 3.4.3, hekzanal içeriği Şekil 3.4.4, E vitamini içerikleri Şekil 3.4.5 ve Su aktivitesi değerleri de Şekil 3.4.6 da verilmiştir.



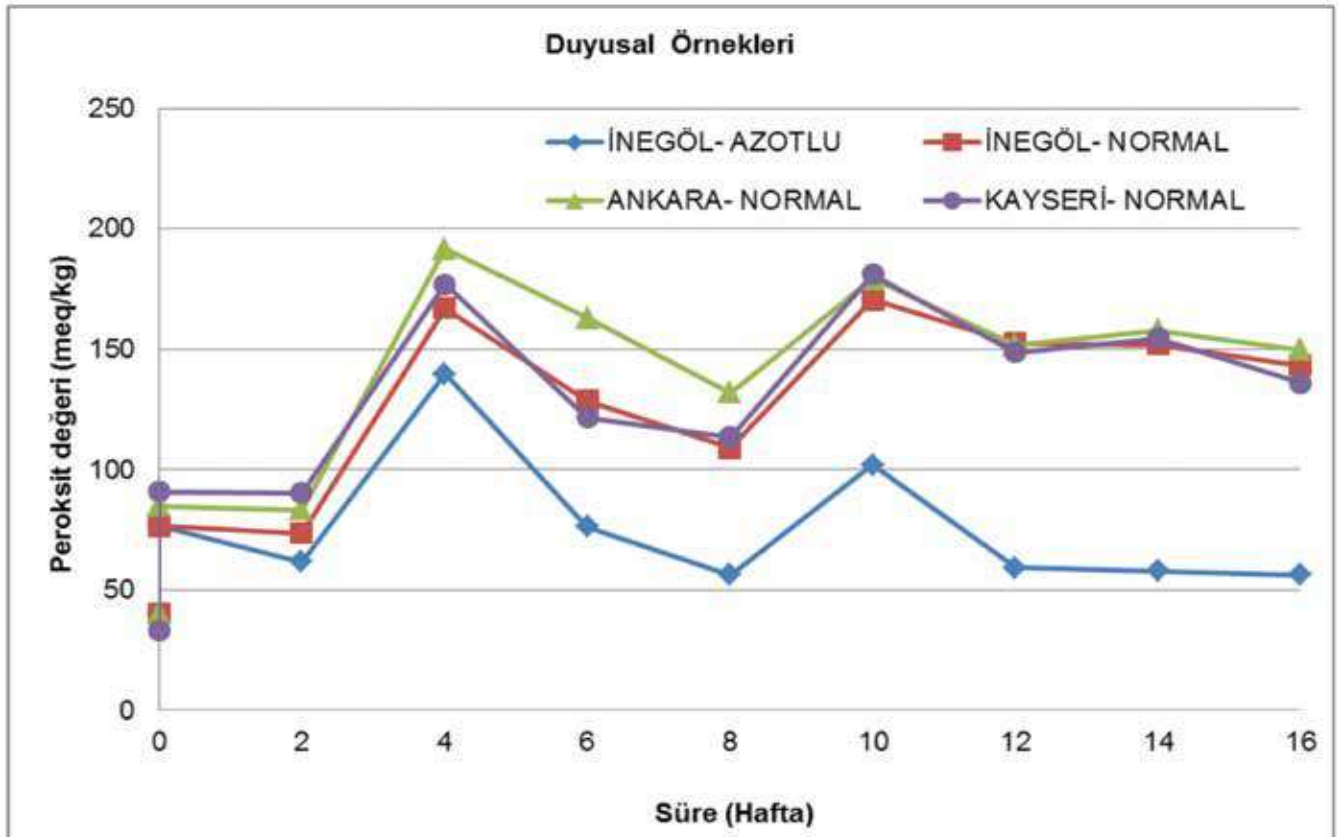
Şekil 3.4.1. Genel Değerlendirme duyusal kriterine göre çekirdek örneklerinin depolama sonucu değişimleri



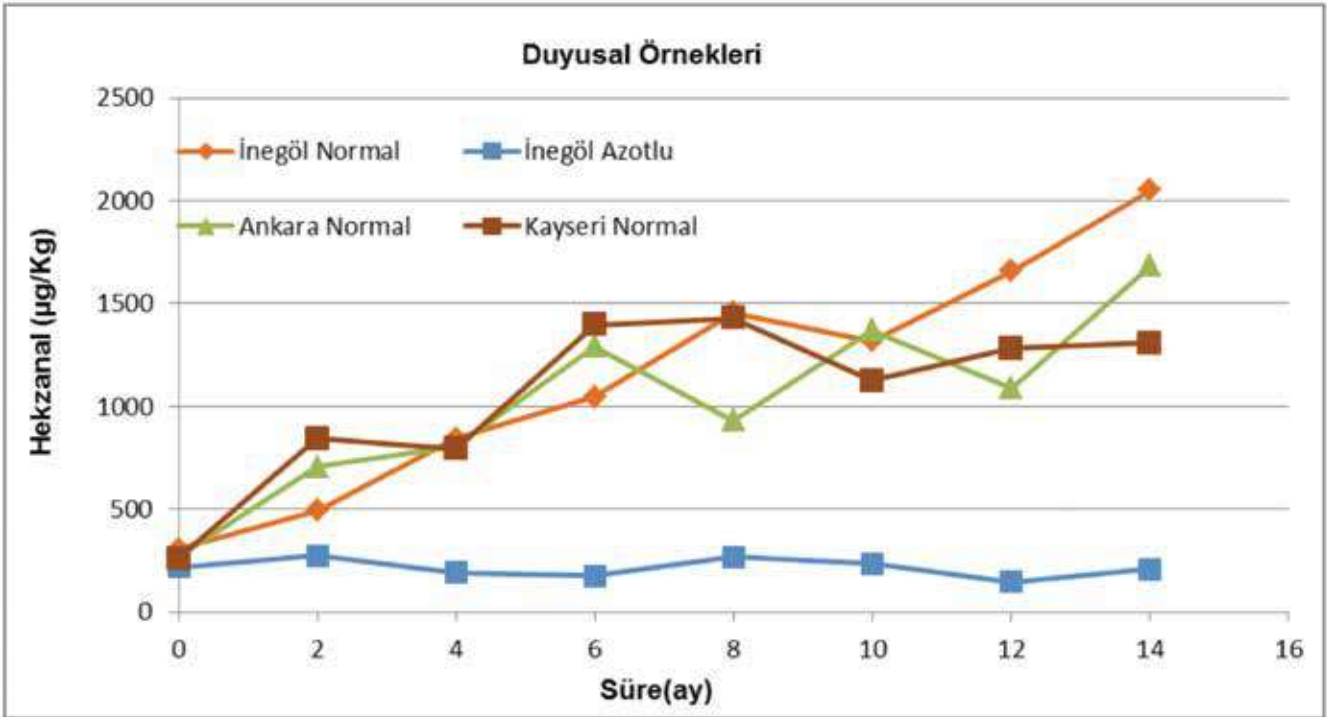
Şekil 3.4.2. Hasattan 6 ay sonra kavrulmuş İnegöl (normal ve azotlu paketlenme), Ankara (normal paketlenme) ve Kayseri'den (normal paketlenme) temin edilen ayçiçeği çekirdeklerinin paketlenme sonrası 20°C'de depolama süresince paket içerisindeki oksijen konsantrasyonları



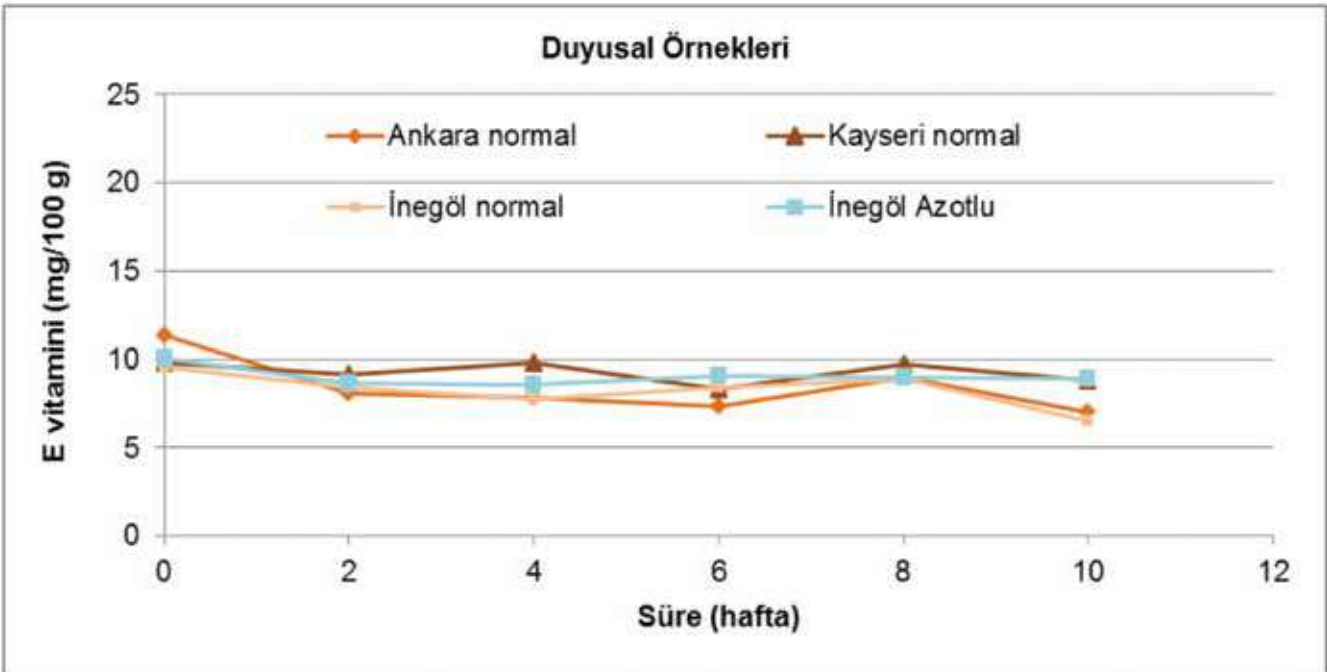
Şekil 3.4.3. Hasattan 6 ay sonra kavrulmuş İnegöl (normal ve azotlu paketleme), Ankara (normal paketleme) ve Kayseri'den (normal paketleme) temin edilen ayçiçeği çekirdeklerinin paketleme sonrası 20°C'de depolama süresince su aktivitesi değerleri



Şekil 3.4.4. Hasattan 6 ay sonra kavrulmuş İnegöl (normal ve azotlu paketleme), Ankara (normal paketleme) ve Kayseri'den (normal paketleme) temin edilen ayçiçeği çekirdeklerinin paketleme sonrası 20°C'de depolama süresince peroksit değerleri



Şekil 3.4.5. Hasattan 6 ay sonra kavrulmuş İnegöl (normal ve azotlu paketlenme), Ankara (normal paketlenme) ve Kayseri'den (normal paketlenme) temin edilen ayçiçeği çekirdeklerinin paketlenme sonrası 20°C'de depolama süresince hekzanal değerleri



Şekil 3.4.6. Hasattan 6 ay sonra kavrulmuş İnegöl (normal ve azotlu paketlenme), Ankara (normal paketlenme) ve Kayseri'den (normal paketlenme) temin edilen ayçiçeği çekirdeklerinin paketlenme sonrası 20°C'de depolama süresince E Vitamini değerleri

Şekil 3.4.1 ve Şekil 3.4.2-6 arası grafiklerden de görüldüğü gibi 16 haftalık depolama süresince duyusal açıdan azotlu olarak ambalajlanan örnek en iyi koşulda bulunmuştur. İkinci sırada Ankara yöresinden temin edilen ve normal ambalajlanmış örnek duyusal açıdan en iyi skoru almıştır. Duyusal açıdan azotla ambalajlanmış örneğin en çok beğenilmesi diğer yapılan analizerin sonuçları ile paralellik göstermektedir. $O_2\%$ değişimi en az azotlu ambalajlanmış örnekte olmuş, buna bağlı olarak da peroksit değeri ve hekzanal değerlerinde de en düşük değişimler azotlu ambalajlanmış örnekte görülmüştür. Ambalaj ortamında bulunan O_2 varlığı örnekteki peroksit değerinin ve hekzanal değerlerinin artmasına neden olmaktadır.

Tüm örneklerde 4. haftada peroksit değeri maksimum seviyeye ulaşmış ve 100 meş O_2/kg değerini aşmıştır. Ancak bu ürünlerin duyusal skor değeri yaklaşık 8 olarak değerlendirilmiştir. Tüm ürünlerde 4. haftadan sonra peroksit değerinde inişli çıkışlı değişim gözlenmiştir. Hekzanal içeriği oksidasyon sürecinin son ürünü olduğundan Fritsch vd., (1997) de belirttiği gibi peroksit değerine kıyasla daha önemli bir gösterdedir. Dolayısı ile peroksit değeri yerine ürünlerin kalitesinin hekzanal içeriğine göre değerlendirilmesi daha uygun bulunmuştur.

Normal paketlenen tüm örnekler için hekzanal içeriği $1500\mu g/kg$ değerine yaklaştığında (8 hafta sonra), panelistler tarafından bu ürünlerin duyusal skor değeri 7'nin altında verilmiştir. Bu ürünlerin paketlerindeki oksijen seviyesinin oksidasyona bağlı olarak en düşük seviyeye ulaştığı süre ile duyusal skorum 7'nin altında değerlendirildiği süre paralellik göstermektedir. Hekzanal değerinin $1000\mu g/kg$ 'a yaklaştığında (4. hafta) ürünler 8 skorumun üzerinde değerlendirilmiştir. Azotla paketlenen ürünlerin duyusal skoru 7'nin üzerindedir ve bu ürünlerde hekzanal değeri $300\mu g/kg$ 'ı geçmemiştir.

Yukarıda yer alan grafikler incelendiğinde duyusal açıdan en iyi örneğin azotlu ambalajlanmış İnegöl çekirdeği olduğu ve farklı bölgelerden temin edilen ürünler arasında belirgin bir fark olmadığı görülmektedir.



Şekil 3.4.7. Ayçiçeği çekirdeği duyusal testleri; panelist değerlendirme ve tat paneli

4. SONUÇ

Bu çalışmada, Proje kapsamında ayçiçeği çekirdekleri Bursa-İnegöl, 2013 hasatından (Canat Kuruyemişçilik Gıda Sanayi) temin edilmiş ve ürünler kontrolsüz ve kontrollü (10°C'de, <%65 bağıl nemde) depolanmıştır. LOKAL koşullarda depolamaya örnek oluşturması açısından 1 ton ham ayçiçeği örnekleri Canat Kuruyemişçilik Gıda Sanayi tesislerinde proje için ayrılan özel bölümde jüt çuvalarda muhafaza edilmiştir. MAM'da oluşturulan sıcaklık ve bağıl nem (10°C'de, <%65 bağıl nem) kontrollü ortamda aynı miktarda ayçiçeği çekirdeği 26 ay boyunca muhafaza edilmiş ve 2 ay aralıklarla kalite özellikleri takip edilmiştir. Ürünler hasattan hemen sonra, ayrıca 8. ve 12. aylarda kavrulmuş ve Adalılar Kuruyemiş Gıda Ticaret ve Sanayi Ltd.Şti. işletme ortamında azotlu ve atmosferik koşullarda (normal) otomatik paketleme sistemi ile paketlenmiştir. Kavrurma işlemi ticari uygulamaya paralellik sağlaması açısından %2.5 tuz oranında 145-155-165-175°C'de, 7.53 cm kalınlıkta gerçekleştirilmiştir. Hasattan hemen sonra paketlenen ürünler 10°C, 20°C ve 30°C sıcaklıklarda, 8. ve 12. aylarda işlenen ürünler ise sadece 20°C sıcaklıkta depolanmıştır. Ayçiçeği çekirdeklerinin raf ömrünün arttırılmasına yönelik çalışmalar kapsamında ham ve kavrulmuş ayçekirdeklerinin farklı depolama ve ambalajlama koşullarında muhafaza edilerek depolama süresince bozulma reaksiyonları sonucu açığa çıkan bileşikler ve tat değişiklikleri analitik ve duyuusal testlerle de takip edilmiştir. Belirli aralıklarla yapılan örnekleme çalışması sonrasında ham (işlenmemiş) ve kavrulmuş (işlenmiş) ürünler bozulma reaksiyonları açısından; peroksit değeri, serbest yağ asitliği, hekzanal değeri ve kalite özellikleri açısından ise su aktivitesi ve E vitamini değişimi incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda; ham ayçiçeği çekirdeklerinin depolanmasında, serin ve kuru (~10°C ve <%65 BN) depolama koşullarında ve ayrıca kontrolsüz ortamda (ortalama 19°C ve %45 BN) 12 ay boyunca depolanan ham ürünler arasında kalite özellikleri açısından önemli düzeyde farklılık tespit edilmemiştir. Ham ürünler, yaklaşık %6 nem içeriğine kadar kurutulup, %50'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 kavrularak paketlenen ürünlerde azot gazı altında paketleme yapıldığı takdirde, ortamdan oksijen uzaklaştırıldığı için oksidasyona bağlı acılaşma gerçekleşmediğinden ürünler 1 yıl boyunca kalitelerini muhafaza edebilmektedir. Ancak, azot gazı ile paketleme sonrası paket içerisinde kalan oksijen oranı çok önemli olduğundan, bu oranın mümkün olduğunca en aza (<%1) indirgenmesi gerekmektedir. Hasat sonrası yapılan paketleme işleminde oksijen oranı paket içerisinde %1'in altına düşürülebilmiş ve ürünler bir yıl boyunca acılaşmadan muhafaza edilebilmiştir. Hasat sonrası işlenen ve azot gazı (<%1) ile paketlenen ürünlerde acılaşma (oksidasyon) göstergesi olan hekzanal değeri bir yıl sonunda 1000 mg/kg değerini aşmazken, hasattan 8 ay sonra işlenen ve azot gazı ile (<%5) paketlenen ürünlerde 2 ay depolama süresinden sonra hekzanal değeri hızla artmış ve 1000 mg/kg değerini aşmıştır (Şekil 3.2.5). Hekzanal içeriği oksidasyon sürecinin son ürünü olduğundan Fritsch vd., (1997) de belirttiği gibi peroksit değerine kıyasla daha önemli bir göstergedir. Azot ile paketlenen ürünlerin hekzanal değerlerinde depolama boyunca önemli değişiklik gözlenmezken, normal paketli ürünlerde hasattan hemen sonra kavrulan ürünlerde 4 ay içerisinde, hasattan 8 ve 12 ay sonra kavrulan ürünlerde ise 2 ay sonra hekzanal değeri 2000µg/kg değerine ulaşmıştır. Hekzanal değerindeki artış depolama sıcaklığına bağlı olarak ilk 4 ay içerisinde daha fazla olmuş, ancak bir yıllık raf ömrü boyunca hekzanal içeriği, artan depolama sıcaklığı (10, 20, 30°C) ile doğru orantılı olarak artış göstermiştir.

Normal atmosferik koşullarda paketleme işlemi sonrası oksijen konsantrasyonu %21'den 2 ay içinde hızla %10'un altına düşmüştür. Oksijen oranının azalması paket içerisindeki oksijenin ayçiçeği çekirdeğinin yüksek yağ oranına bağlı olarak

oksidasyona neden olması ve acımsı tadın açığa çıkmasının göstergesidir. Hasattan 8 ay ve 12 ay sonra kavrulup paketlenen ürünlerde paket içerisindeki oksijenin azalma hızı daha fazla olmuştur. Azotla paketlenen kavrulmuş ürünlerin peroksit değeri 2 ay içerisinde hızla artış göstermiş, ancak bu artış normal paketlerde iki kat daha fazla olmuştur. Bunun nedeni depolama boyunca ürünlerin kalitesindeki kayıplara bağlı olarak bekleyen ayçiçeği çekirdeklerinin daha hızlı bozulmaya başlamasıdır. LOKAL depo olarak adlandırılan depoda sıcaklık veya bağıl nem kontrolü yapılmamış olmasına rağmen LOKAL depo koşulları MAM'da bulunan 10°C'deki serin depo koşullarından özellikle yaz aylarında daha kuru olması nedeni ile her iki depolama koşullarında muhafaza edilen ham ürünlerin işlenmesi ve depolanmasında kalite açısından benzer sonuçlar alınmıştır. Dolayısı ile ham ürünlerin depolanması aşamasında sadece serin depo koşullarının (10°C) yeterli olmadığı bağıl nemin güvenli depolama açısından %65'in altında olması yeterli iken, kalite açısından %50'nin altında tutulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Deoksidizerli paketlerde oksidasyon ve deoksidizerin oksijeni tutma özelliğine bağlı olarak 1 ay içerisinde oksijen seviyesi %0'a yaklaşmış, ancak daha sonra kullanılan deoksidizer 2. ay'dan sonra yetersiz kaldığından veya ambalajlar dışarıdan hava sızdırdığından paket içerisinde oksijen oranında artış gözlenmiştir. Normal paketli ürünlerde ise 4 ay içerisinde oksidasyona bağlı olarak paket içerisindeki oksijen oranı %0'a yaklaşmıştır. İhracat tipi büyük ambalajlarda da azot gazı ile dolum uzun süre depolama için en uygun yöntem olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak, azotla dolum yapılan paketlerde ayçiçeği çekirdeğinin raf ömrü 12 ay'dan daha fazla olurken, normal atmosferik koşullarda dolum yapılan kavrulmuş ayçiçeği çekirdekleri 2 ay gibi kısa süre içerisinde bozulmaktadır. Bunun yanı sıra, kavrulmuş ürünlerin 10°C'de depolanması raf ömrünü önemli düzeyde değiştirmemiş, sadece E vitamini kaybı 30°C'ye kıyasla 10 ve 20°C'de depolamada daha az olmuştur.

Proje kapsamında azot gazı ile dolum, işletme ortamında %95'den daha yüksek azot gazı içerecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Paket içerisinde kalan %4-5 oranındaki oksijen oranı dahi ürünlerin kalitesini olumsuz yönde etkilediğinden paket içerisinde %1'den daha az oranda oksijen kalacak şekilde paketleme yapılması gerekmektedir. Dolayısı ile hasattan sonra ham ürünlerin serin ve kuru ortamda bekletilerek depolanması ve sonrasında en az %99 oranında AZOT gazı ile sızdırma olmayacak şekilde paketlenmesi ile ürünün raf ömrü 1 yıldan fazla olabilir. Ancak, yağlı ürünlerin depolanmasında bağıl nem sıcaklıktan daha önemli bir kriter olduğundan bağıl nemin %50'den daha az olması kalitenin iyileştirilmesi açısından çok daha etkili olacaktır.

Sonuçta, ham ürünün serin ve kuru ortamda bekletilerek, kavrulmuş ürünlerin işleme sonrası oksijensiz; azotlu ortamda paketlenmesi ile raf ömrü en az 1 yıla çıkarılabilmektedir. 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. 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 ayçiçeği çekirdeklerinin 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, daha dayanıklı ayçiçeği çekirdeği çeşitlerinin ıslahı, kavurma koşullarının uzun raf ömürlü ürünler elde edilmesine yönelik olarak araştırılması gibi konular gelecekte desteklenmesi gereken proje konuları arasına mutlaka alınmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Alpaslan M., Gündüz H., 2000. The effects of growing conditions on oil content, fatty acid composition and tocopherol content of some sunflower varieties produced in Turkey, *Nahrung*, 44(6), 434-437.
- Anjum, F., Anwar, F., Jamil, A. ve Iqbal, M., 2006. Microwave roasting effects on the physico-chemical composition and oxidative stability of sunflower seed oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83 (9), 777-784.
- 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.
- Beringer, H., and Dompert, W.U., 1976. Fatty acid and tocopherol pattern in oil seeds, *Fette Seifen Anstrichmittel*, 78 (6), 228-230.
- Bullerman, L.B., Schroeder, K.Y., and Park, K.Y., 1984. Formation and control of mycotoxins in food, *J.Food Protection*, 47, 637-646.
- Buendia, M.O. and D'Appolonia, B.L. 1986. Storage studies on confectionery sunflower kernels. *Cereal Chem.* 63: 85-88.
- Codex Standard for Named Vegetable Oils (CODEX-STAN 210-1999). FAO CORPORATE DOCUMENT REPOSITORY, SECTION 2. Codex Standards for Fats and Oils from Vegetable Sources.
<http://www.fao.org/docrep/004/y2774e/y2774e04.htm#TopOfPage> (Nisan, 2016).
- 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.
- Farag, R. S., Abd Elmoien, N.M., Mahmoud, E.A., 2002. Antioxidant properties of olive phenolic compounds on sunflower oil stability, *Advances-in-Food-Sciences*, 24(3), 99-105.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R. ve De Caro, A., 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime, *European journal of agronomy*, 17 (3), 221-230.
- Fritsch, C.W., Hofland, C.N. ve Z. M. Vickers, 1997. Shelf Life of Sunflower Kernels, *Journal of Food Science*, 62 (2), 425-428.
- Giner, S. A., Gely, M.C., 2005. Sorptional Parameters of Sunflower Seeds of Use in Drying and Storage Stability Studies, *Biosystems Engineering*, 92 (2), 217-227.
- Hadorn, H., Keme, T., Kleinert, J. and Zürcher, K., 1977. The behavior of hazelnuts under different storage conditions, *Rev. Choc., Confec., Bakery*, 2, 25-36.
- Hettiarachchy, N.S., D'Appolonia, B.L., Jacobsen, A., and Henderson, J. 1989. Shelf-life stability of hydrocolloid-coated confectionery sunflower nutmeats. *Cereal Food World* 34: 618-619.
- Kaya, A., Tekin, A.R. ve Öner, M.D., 1993. Oxidative stability of sunflower and olive oils: comparison between a modified active oxygen method and long term storage, *LWT-Food Science and Technology*, 26 (5), 464-468.
- 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., 2003. Oxidative stabilization of cold-pressed sunflower oil using phenolic compounds of the same seeds, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (6), 523-528.
- 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.

- Mazza G. and Jayas D.S. (1991). Equilibrium Moisture Characteristics of Sunflower Seeds, Hulls and Kernels. *Trans. of the ASAE*, 34 (2), 534-538.
- Mu, H., Gao, H., Chen, H., Tao, F., Fang, X. ve Ge, L., 2013. A nanosized oxygen scavenger: Preparation and antioxidant application to roasted sunflower seeds and walnuts, *Food chemistry*, 136 (1), 245-250.
- O'Keefe, S.F., Wiley, V.A. and Knauft, 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., ve Jr, Mod, R.R., 1984. Oxidation-induced changes in foods, *Food Technology*, 38 (3), 49-50.
- Pajin, B., Lazic, V., Jovanovic, O. ve Gvozdenovic, J., 2006. Shelf-life of a dragee product based on sunflower kernel depending on packaging materials used, *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (6), 717-721.
- 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.
- Rovedo, C. O., Aguerre R. J. ve Suarez C. 1993. Moisture diffusivities of sunflower seed components *International Journal of Food Science & Technology*, Vol 28 (2) 159-168.
- 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.
- Sattar, A., deMan, J.M., and Alexander, J.C., 1976. Effect of wavelength on light induced quality deterioration of edible oils and fats, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 9 (3), 108-113.
- Şişman, C.B., 2005. Quality losses in temporary sunflower seed stores and influences of storage conditions on quality losses during storage, *Journal of Central European Agriculture*, 6 (2) ,143-150.
- St. Angelo, A.J., 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.
- St. Angelo, A.J., 1996. Lipid oxidation in food, *Critical Reviews on Food Science and Nutrition*, 36,175-224.
- Velasco, L., Fernández-Martínez, J.M., García-Ruiz, R. ve Domínguez, J., 2002. Genetic and environmental variation for tocopherol content and composition in sunflower commercial hybrids, *The Journal of Agricultural Science*, 139 (4), 425-429.
- USDA, United States Department of Agriculture Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3626?manu=&fgcd=> (Nisan 2016)



Gımat Sosyal Tesisler Binası 372/60 Macunköy - Yenimahalle / ANKARA
Tel: (0312) 397 39 79 Fax: (0312) 397 73 99 e-mail: info@tuksiad.org
www.tuksiad.org