

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TAŞKÖPRÜ SARIMSAĞININ HASAT SONRASI FİZYOLOJİSİNE
MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEME VE
METİL JASMONAT UYGULAMASININ ETKİSİ**

Selen AKAN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2016**

Her hakkı saklıdır

ETİK

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

31/10/2016

Selen AKAN

ÖZET

Doktora Tezi

TAŞKÖPRÜ SARIMSAĞININ HASAT SONRASI FİZYOLOJİSİNE MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEME VE METİL JASMONAT UYGULAMASININ ETKİSİ

Selen AKAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ruhsar YANMAZ

Araştırma 2012 ve 2013 yıllarında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ile Kastamonu'nun Taşköprü İlçesinde yürütülmüştür. Bu çalışmada, farklı bölgeler, depolama sıcaklıkları ile metil jasmonat (MJ) uygulamalarının baş ve modifiye atmosferde paketlenen dış halindeki sarımsakların hasat sonrası fizyolojilerine etkisi incelenmiştir.

Araştırmada soyulmuş sarımsaklar 10^{-3} ve 10^{-5} M dozlarında MJ uygulamalarına tabi tutulduktan sonra bir kısmı modifiye atmosferli koşullarda paketlenerek 0°C ve 5°C ve % 60-70 oransal nemde 4 ay süre ile depolanmıştır. Sarımsakların bir kısmı ise demetler halinde ve aynı dozda MJ uygulamaları yapıldıktan sonra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü soğutmasız deposu ile Taşköprü'deki üreticiye ait soğutmasız depoda 6 ay süre ile depolanmıştır. Sarımsaklardan aylık olarak alınan örneklerde ağırlık kaybı, solunum hızı, L (parlaklık), kroma (renk yoğunluğu) ve aç (renk tonu) değeri, dış sertliği, SÇKM miktarı, titre edilebilir asitlik miktarı, antioksidan aktivite, C vitamini (L-askorbik asit) kapsamı, toplam fenolik madde ve allisin miktarı belirlenmiştir. Bununla birlikte soyulmuş olarak muhafaza edilen sarımsaklarda her ay soğuk depodan alınarak oda sıcaklığında bir hafta muhafaza edilen örneklerde raf ömrü belirleme çalışmaları yapılmıştır.

Araştırma sonucunda sarımsağın soğutmasız depoda 6 ay, soyulmuş dışların MAP tekniği kullanılarak mekanik soğutmalı depoda 0°C'de 4 ve 5°C'de 3 ay süre ile depolanabileceği, raf ömrünün ise 7 günden az olması gerektiği tespit edilmiştir. MJ uygulamalarının sarımsak dış ve baş kalite parametreleri üzerine istatistiksel düzeydeki etkisi depolama yöntemi, depolama sıcaklığı ve depolama süresine bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Araştırma sonunda MJ uygulamalarının sarımsaklara belirgin etkisi saptanamadığından ve yıllara göre tekrarlanabilir sonuçlara ulaşılmadığından, bu konuda yürütülecek ileriki çalışmalarda farklı sıcaklık derecelerinde depolama, farklı MJ dozu kullanımı ve farklı sürelerde depolama göz önüne alınması gerektiğini vurgulamak olasıdır.

Ekim 2016, 145 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sarımsak, metil jasmonat, modifiye atmosferde paketleme

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECT OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING AND METHYL JASMONATE TREATMENT ON POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF TAŞKÖPRÜ GARLIC

Selen AKAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Ruhsar YANMAZ

The studies were done in years 2012 and 2013 at Department of Horticulture Faculty of Agriculture University of Ankara and in Kastamonu/Taşköprü region. The effect of different storage temperatures, different regions and methyl jasmonate (MJ) treatments on postharvest physiology of garlic bulbs and modified atmosphere packaged garlic cloves was investigated.

Peeled garlic cloves treated with MJ at 10^{-3} and 10^{-5} M doses and placed in packages with modified atmospheres, and then placed in cold rooms at 0°C and 5°C temperature with 60-70 % relative humidity for 4 months. Unpeeled garlic bulbs were treated with the same MJ doses and these bulbs stored for 6 months in naturally cooled stores at the Department of Horticulture Faculty of Agriculture University of Ankara, and at the producer's warehouse in Kastamonu/Taşköprü.

The following parameters were determined during the storage period at monthly intervals: Weight loss, respiration rate, clove color (brightness, chroma and hue), clove firmness, SSC, titratable acidity, antioxidant activity, vitamin C (L-ascorbic acid), total phenolic compounds and allicin amount. Also at monthly intervals, samples of the peeled garlic group stored in cooled rooms placed at room temperature for a week in order to determine shelf life.

Results showed that garlic bulbs could be stored for up to 6 months in warehouses. Peeled cloves in modified atmosphere packages could be stored at 0°C for up to 4 months or at 5°C for up to 3 months. Garlic cloves could not be kept up to 7 days at room temperature for proper shelf life. Statistical analysis of MJ treatments on clove and bulb quality parameters varying the storage method, temperature and storage duration indicated that differences in effect were not statistically significant. Results of the two years of experiments did not show identical changes in quality parameters. Future studies might use different while relevant storage temperatures, storage duration and different MJ doses than those variables already used in this research.

October 2016, 145 pages

Key Words : Garlic, methyl jasmonate, modified atmosphere packaging

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesi ve yazımı sırasındaki yardım ve destekleri yanında, bilgisi ve tecrübesi ile akademik hayatımda daha başarılı olmam adına beni her zaman yönlendiren ve kendisinden çok şey öğrendiğim danışman hocam sayın Prof. Dr. Ruhsar YANMAZ'a (Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), bu çalışmanın planlanmasında ve gerçekleşmesinde yardımlarını esirgemeyen önceki danışman hocam sayın Prof. Dr. Nilgün HALLORAN'a (Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Emekli Öğretim Üyesi), çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, bu çalışmanın daha iyi bir noktaya gelmesi için her türlü katkıda bulunan sayın hocam Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ'e (Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), tezin başlangıcından sonuna kadar yapmış olduğu katkılardan dolayı Tez İzleme Komitesi üyesi sayın hocam Prof. Dr. Nevzat ARTIK'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), tezim sırasında engin bilgi birikimi ve manevi desteği ile yanımda olduğunu hissettiren sayın hocalarım Prof. Dr. A. İlhami KÖKSAL (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) ve Prof. Dr. Köksal DEMİR'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), sarımsakları paketleme işleminin gerçekleştirilmesinde sonsuz özveri ve yardımları için sayın Araş. Gör. Dr. Burak DEMİRHAN'a, paketleme cihazını kullanmamda göstermiş olduğu anlayış için sayın hocam Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), tezimin başlangıç aşamasında çalışmalarımda aksama olmaması için metil jasmonat teminini sağlayan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU'na (Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), tezimdeki allisin analizleri için allisin standartının sağlanmasındaki yardımlarından dolayı sayın Dr. Mohsen ARZANLOU'ya ve standartın laboratuvarımıza ulaşmasındaki desteklerinden dolayı Zir. Yük. Müh. Aziz TAHERLOU'ya, sarımsakların temini, Taşköprü'deki ulaşımımın sağlanması ve her türlü yardımları için kendilerinden çok şey öğrendiğim sayın Dr. Satı Mehmet SEZER'e, Haşım DİNÇAR'a, denememin her aşamasında bana yardımcı olan ve her türlü özveriyi gösteren Araş. Gör. Özge ÖZÜPEK'e, tezim süresince her türlü desteği ile her zaman yanımda olduğunu hissettiren Araş. Gör. Dr. Hande TAHMAZ'a, oda arkadaşım Araş. Gör. Başak ÖZDEMİR'e, tez yazımı aşamasındaki yönlendirmelerinden ve bilgi paylaşımlarından ötürü Araş. Gör. Dr. Mehmet TORUN'a, yardımlarından dolayı Araş. Gör. Sertan AVCI'ya, sarımsakların soyumu sırasında ve laboratuvar analizlerinde beni yalnız bırakmayan başta Araş. Gör. Tuğba KILIÇ ve Araş. Gör. M. İlhan BEKİŞLİ olmak üzere Zir. Yük. Müh. Serkan VEZİROĞLU'na, S. Serkan BİLGİN'e, Muhammet ÇARKÇI'ya, İlhan TAŞAN'a ve Ziraat Mühendisi Onur AKTAŞ'a, Halil Burak SELÇUK'a, Can Özgür GÜNEŞ'e, İ. Buğra TOMBUL'a, Ahmet ÇAKIR'a ve Uğur EKŞİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Deneme sonunda elde edilen bulguların istatistik analizlerinin yapılması aşamasında yardımlarını gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ'a, Araş. Gör. Emel ÖZGÜMÜŞ DEMİR'e ve istatistik analizlerim sırasında hiçbir yardımını esirgemeyen, istatistiki yorumlarda beni yönlendiren sayın hocalarım Prof. Dr. Sıddık KESKİN (Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) ve

Yrd. Doç. Dr. Kenan SÖNMEZ'e (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) gönülden teşekkür ederim.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünün tüm değerli hocalarına, araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve idari personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Bu günlere gelebilmeme ve hayatımın her aşamasında gerek maddi gerekse manevi olarak beni destekleyen ve hep yanımda olan kıymetli babam Mustafa AKAN'a, annem Ayfer AKAN'a ve halam Ayten AKAN'a en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, “Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü tarafından ‘*Taşköprü Sarımsağının Hasat Sonrası Fizyolojisine Modifiye Atmosferde Paketleme ve Metil Jasmonat Uygulamasının Etkisi*’ konulu ve 11Y4347001-BAP numaralı araştırma projesi ile desteklenmiştir.

Selen AKAN

Ankara, Ekim 2016

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
2.1 Depo Sıcaklığı ve Oransal Nemin Sarımsağın Depo Ömrüne Etkisi.....	5
2.2 Dışsal Uygulamaların Sarımsak Depolamasına Etkisi.....	9
2.2.1 Metil jasmonat uygulamalarının depolamaya etkisi.....	14
2.3 Farklı Depolama Şekillerinin Sarımsağın Depo Ömrüne Etkisi.....	17
2.3.1 Sarımsakların kontrollü atmosferde (KA) depolanması.....	17
2.3.2 Sarımsakların modifiye atmosferde (MA) depolanması.....	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1 Materyal.....	24
3.2 Yöntem.....	25
3.2.1 Sarımsakların hasadı ve olgunlaştırılması.....	25
3.2.2 Metil jasmonat (MJ) uygulamaları.....	26
3.2.3 Sarımsak baş ve dişlerinin depolanması.....	27
3.2.4 Raf ömrü denemeleri.....	31
3.2.5 Yapılan ölçüm ve analizler.....	31
3.2.5.1 Ağırlık kaybı.....	31
3.2.5.2 Solunum hızı.....	31
3.2.5.3 Diş rengi.....	32
3.2.5.4 Diş sertliği.....	32
3.2.5.5 Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı	32
3.2.5.6 Titre edilebilir asitlik miktarı.....	33
3.2.5.7 Antioksidan aktivite.....	33
3.2.5.8 C vitamini (L-askorbik asit) kapsamı.....	34

3.2.5.9 Toplam fenolik madde.....	36
3.2.5.10 Allisin miktarı.....	37
3.2.5.11 Deneme deseni ve istatistiksel değerlendirme.....	40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	41
4.1 Metil Jasmonat Uygulamalarının Soğutmasız Depo Koşullarında Baş	
Halinde Depolanan Sarımsakların Muhafaza Ömrüne Etkisi.....	41
4.1.1 Ağırlık kaybı.....	41
4.1.2 Solunum hızı.....	43
4.1.3 Diş rengi.....	46
4.1.3.1 L (Parlaklık) değeri.....	46
4.1.3.2 Kroma değeri.....	50
4.1.3.3 Açı (°) değeri.....	51
4.1.4 Diş sertliği.....	53
4.1.5 Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı.....	55
4.1.6 Titre edilebilir asitlik miktarı	57
4.1.7 Antioksidan aktivite.....	59
4.1.8 C vitamini (L-askorbik asit) kapsamı.....	61
4.1.9 Toplam fenolik madde.....	64
4.1.10 Allisin miktarı.....	65
4.2 Depolama sıcaklığı, metil jasmonat uygulaması ve MAP koşullarının	
soyulmuş sarımsak dişlerinin muhafaza ömrüne etkisi.....	68
4.2.1 Ağırlık kaybı.....	68
4.2.2 Solunum hızı.....	72
4.2.3 Diş rengi.....	77
4.2.3.1 L (Parlaklık) değeri.....	77
4.2.3.2 Kroma değeri.....	84
4.2.3.3 Açı (°) değeri.....	89
4.2.4 Diş sertliği.....	93
4.2.5 Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı.....	96
4.2.6 Titre edilebilir asitlik miktarı.....	100
4.2.7 Antioksidan aktivite.....	104
4.2.8 C vitamini (L-askorbik asit) kapsamı.....	108
4.2.9 Toplam fenolik madde.....	112
4.2.10 Allisin miktarı	116

5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	121
KAYNAKLAR.....	133
ÖZGEÇMİŞ.....	142



SİMGELER DİZİNİ

Atm	Atmosfer
°C	Santigrat derece
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
g	Gram
µg	Mikrogram
Gy	Gray
ha	Hektar
kg	Kilogram
kJ	Kilo joule
L	Litre
M	Molarite
µM	Mikro molar
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
mm	Milimetre
N	Newton
N ₂	Azot
NaOH	Sodyum hidroksit
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
nm	Nanometre
O ₂	Oksijen
ppm	Milyonda bir kısım
t	Ton
%	Yüzde
γ	Gama

Kısaltmalar

ABA	Absizik asit
BA	Benzil adenin
DYPE	Düşük yoğunluklu polietilen
EVOH	Etilen vinil alkol
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
GA	Gibberellik asit
IAA	Indol asetik asit
JA	Jasmonik asit
KA	Kontrollü atmosfer

MA	Modifiye atmosfer
MAP	Modifiye atmosferde paketleme
MH	Maleik hidrazit
MJ	Metil jasmonat
NA	Normal atmosfer
ON	Oransal nem
OPC	Okso siklopentan oktanoik asit
OXO-PDA	Okso-fitodienoik asit
PA	Poliamid
PCA	Protokateşik asit
PE	Polietilen
PET	Polietilen teraftalat
PP	Polipropilen
PVC	Polivinil klorür
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
TEA	Titre edilebilir asitlik
UV	Ultraviyole
HPLC	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Allisin oluşum mekanizması.....	1
Şekil 1.2 Türkiye'nin bölgelere göre sarımsak.....	3
Şekil 2.1 Linoleik asitten jasmonik asit biyosentezi.....	15
Şekil 2.2 a. Jasmonik asit b. metil esteri metil jasmonat (MJ).....	15
Şekil 3.1 Üretici deposuna getirilen sarımsak başları.....	25
Şekil 3.2 Sarımsak kalibrasyon cihazı.....	25
Şekil 3.3 Depolama için ayrılan sarımsak başları.....	26
Şekil 3.4 Sarımsak başlarına MJ uygulamalarının yapılışı.....	26
Şekil 3.5 Sarımsak dişlerine MJ uygulamalarının yapılışı.....	27
Şekil 3.6 Metil jasmonat uygulaması yapılan baş ve dişlerin kurutulması.....	27
Şekil 3.7 Soğutucusuz depolarda depolanan sarımsak başları.....	28
Şekil 3.8.a. Tabak kaynak makinesi, b. PET/PA/PE karışımından oluşan üst filmle paketlenmiş sarımsaklar, c. paketlenen sarımsakların görünümü.....	29
Şekil 3.9 Mekanik soğutmalı depoda sarımsakların görünümü.....	30
Şekil 3.10 Plastik tabaklarda; a. 0°C sıcaklıkta, b. 5°C sıcaklıkta muhafaza edilen sarımsak dişlerinin 1.ayın sonundaki görünümü.....	30
Şekil 3.11 a. L-askorbik asit standardı, b. sarımsak örneğine ait kromatogram.....	35
Şekil 3.12 Farklı L-askorbik asit konsantrasyonları için çizilen kalibrasyon eğrisi.....	36
Şekil 3.13 Farklı gallik asit konsantrasyonları için çizilen kalibrasyon eğrisi.....	37
Şekil 3.14 a. Allisin standardı, b. sarımsak örneğine ait kromatogram.....	39
Şekil 3.15 Allisin konsantrasyonları için çizilen kalibrasyon eğrisi	40
Şekil 4.1 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü'de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının ağırlık kaybına (%) etkisi.....	43
Şekil 4.2 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü'de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının solunum hızına (ml.CO ₂ /kgh) etkisi.....	45
Şekil 4.3 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü'de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının L değerine etkisi.....	47
Şekil 4.4 Ankara lokasyonunda depolama sonunda MJ uygulamalarının sarımsakların parlaklığına etkisi.....	48
Şekil 4.5 Taşköprü lokasyonunda depolama sonunda MJ uygulamalarının sarımsakların parlaklığına etkisi.....	49

Şekil 4.6 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının kroma değerine etkisi.....	51
Şekil 4.7 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının açığı değerine (°) etkisi.....	53
Şekil 4.8 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının sertliğe (N) etkisi.....	55
Şekil 4.9 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının SÇKM (%) miktarına etkisi.....	57
Şekil 4.10 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi.....	59
Şekil 4.11 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi.....	61
Şekil 4.12 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi.....	63
Şekil 4.13 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının toplam fenolik maddeye (mg galik asit/g) etkisi.....	65
Şekil 4.14 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının allisin miktarına (mg/kg) etkisi.....	67
Şekil 4.15 <i>Penicillium</i> enfekteli sarımsak dişlerinin görünümü.....	69
Şekil 4.16 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının ağırlık kaybına (%) etkisi.....	70
Şekil 4.17 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi.....	72
Şekil 4.18 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının solunum hızına (ml.CO ₂ /kgh) etkisi.....	74
Şekil 4.19 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda solunum hızına (ml.CO ₂ /kgh) etkisi.....	76
Şekil 4.20 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının L değerine etkisi.....	78
Şekil 4.21 0°C sıcaklıkta MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına MJ uygulamalarının etkisi.....	79

Şekil 4.22 5°C sıcaklıkta MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına MJ uygulamalarının etkisi	80
Şekil 4.23 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda L değerine etkisi.....	81
Şekil 4.24 0°C’de MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına raf ömrü sonunda MJ uygulamalarının etkisi.....	82
Şekil 4.25 5°C’de MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına raf ömrü sonunda MJ uygulamalarının etkisi.....	83
Şekil 4.26 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının kroma değerine etkisi.....	86
Şekil 4.27 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda kroma değerine etkisi.....	88
Şekil 4.28 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının açıcı değerine etkisi.....	90
Şekil 4.29 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda açıcı değerine etkisi.....	92
Şekil 4.30 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının sertlik değerine etkisi.....	94
Şekil 4.31 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda sertlik değerine etkisi.....	96
Şekil 4.32 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının SÇKM (%) miktarına etkisi.....	98
Şekil 4.33 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi.....	100
Şekil 4.34 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının titre edilebilir asitlik (TEA) (%) miktarına etkisi.....	102
Şekil 4.35 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi.....	104
Şekil 4.36 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi.....	106
Şekil 4.37 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi.....	108
Şekil 4.38 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi.....	110

Şekil 4.39 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda C vitaminine (mg/kg) etkisi.....	112
Şekil 4.40 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi.....	114
Şekil 4.41 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi.....	116
Şekil 4.42 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının allisin miktarına (mg/kg) etkisi.....	118
Şekil 4.43 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda allisin miktarına (mg/kg) etkisi.....	120

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 2013 yılı dünya kuru sarımsak üretimi.....	2
Çizelge 1.2 1996-2013 yılları arasında ülkemizin sarımsak ihracatı ve ithalatı.....	4
Çizelge 3.1 Ankara ve Kastamonu/Taşköprü'deki adi depolardaki aylık sıcaklık ve nem değerleri.....	28
Çizelge 3.2 HPLC'de L-askorbik asit kapsamı için uygulanan çalışma koşulları.....	34
Çizelge 3.3 HPLC'de allisin miktarı için uygulanan çalışma koşulları.....	38
Çizelge 4.1 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi.....	42
Çizelge 4.2 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda solunum hızına (ml.CO ₂ /kgh) etkisi.....	44
Çizelge 4.3 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda L değerine etkisi.....	46
Çizelge 4.4 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda kroma değerine etkisi.....	50
Çizelge 4.5 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda aç değeri etkisi.....	52
Çizelge 4.6 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda sertlik (N) değerine etkisi.....	54
Çizelge 4.7 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi.....	56
Çizelge 4.8 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi.....	58
Çizelge 4.9 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi.....	60
Çizelge 4.10 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda C vitaminine(L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi.....	62

Çizelge 4.11 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi.....	64
Çizelge 4.12 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda allisin (mg/kg) miktarına etkisi.....	66
Çizelge 4.13 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi.....	68
Çizelge 4.14 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi.....	71
Çizelge 4.15 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda solunum hızına (ml.CO ₂ /kgh) etkisi.....	73
Çizelge 4.16 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda solunum hızına (ml.CO ₂ /kgh) etkisi.....	75
Çizelge 4.17 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda L değerine etkisi.....	77
Çizelge 4.18 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda L değerine etkisi.....	84
Çizelge 4.19 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda kroma değerine etkisi.....	85
Çizelge 4.20 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda kroma değerine etkisi.....	87
Çizelge 4.21 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda açış değerine (°) etkisi.....	89
Çizelge 4.22 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda açış değerine (°) etkisi.....	91

Çizelge 4.23 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda sertlik (N) değerine etkisi.....	93
Çizelge 4.24 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda sertlik (N) değerine etkisi.....	95
Çizelge 4.25 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi.....	97
Çizelge 4.26 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi.....	99
Çizelge 4.27 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi.....	101
Çizelge 4.28 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi.....	103
Çizelge 4.29 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi.....	105
Çizelge 4.30 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi.....	107
Çizelge 4.31 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi.....	109
Çizelge 4.32 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi.....	111
Çizelge 4.33 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi.....	113
Çizelge 4.34 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi.....	115

Çizelge 4.35 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda allisin miktarına (mg/kg) etkisi.....	117
Çizelge 4.36 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda allisin miktarına (mg/kg) etkisi.....	119

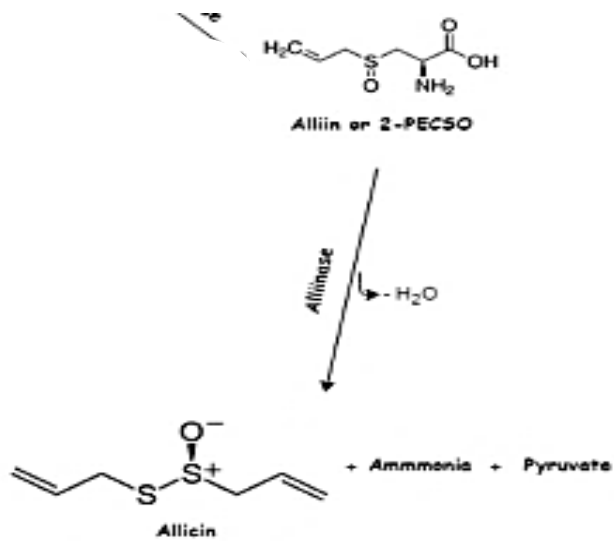


1. GİRİŞ

Sarımsak (*Allium sativum* L.), ilk kültüre alınan *Allium* türlerinden birisidir. Sarımsağın anavatanının Çin olduğu yaklaşık 10 000 yıl önce buradan Orta Asya, Afrika, Avrupa ve Amerika'ya taşındığı bilinmektedir (İpek vd. 2008). Bugün dünya genelinde 400-600 adet sarımsak çeşidinin bulunduğu tahmin edilmektedir (Anonymous 2015).

Sarımsak tarihin ilk yıllarından beri bakteri, virüs, fungus, parazit, mikrobiyal aktivite ve trombosit engelleyici özellikleri nedeniyle çoğunlukla hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda sarımsağın sağlık açısından öneminde, bünyesindeki kükürtlü bileşenlerin etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bu nedenle sarımsak günümüzde beslenmenin yanında insan sağlığı yönünden de önemini korumaya devam etmektedir.

Sarımsak dişlerinin mekanik zarara uğramasıyla bünyesindeki alliin (S-2-propenil-L-sistein sülfoksit) bileşiği vakuollerin tahribi sonucu açığa çıkan allinaz enzimi ile tepkimeye girerek biyolojik olarak en aktif bileşiği allisini (diallyl tiyosülfinat) ve beraberinde pirüvat ile amonyakı oluşturur (Şekil 1.1) (Tung ve Chung 1989, Izigov vd. 2011).



Şekil 1.1 Allisin oluşum mekanizması (Martins vd. 2016)

Sarımsak, ılıman iklim kuşağında yer alan ve serin iklime sahip ülkelerde yetiştirilmekte, çoğunlukla kuru sarımsak olarak tüketilmektedir. Sarımsak kuru ve taze tüketiminin yanı sıra sebze işleme endüstrisi için de iyi bir hammaddedir. Kurutulmuş, toz, püre, sarımsak suyu ve uçucu yağ, sos, turşu, salamura olarak işlenebilmektedir. Ayrıca, kapsüllenmiş sarımsak yağı veya suyu, kokusu alınmış sarımsak tozu tabletleri, sarımsak yağı, yaşlandırılmış sarımsak ekstraktı da ticari preparatlar olarak kullanılmaktadır.

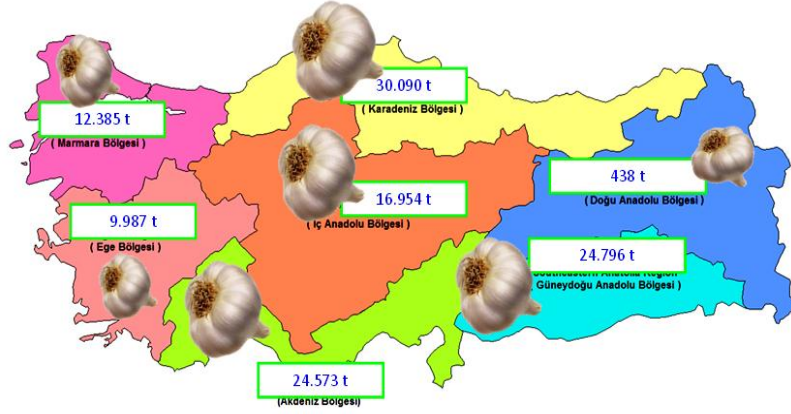
Dünya kuru sarımsak üretimi FAO kaynaklarına göre 24.195.663 tondur (Anonymous 2013a). Dünyada en fazla üretim yapan ilk 15 ülkenin üretim miktarı çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 2013 yılı dünya kuru sarımsak üretimi (Anonymous 2013a)

Sıra No	Üretici Ülkeler	Üretim (ton)
1	Çin Halk Cumhuriyeti	19.233.800
2	Hindistan	1.259.000
3	Kore	412.250
4	Mısır	234.164
5	Rusya	232.843
6	Bangladeş	224.000
7	Myanmar	212.000
8	Amerika Birleşik Devletleri	175.445
9	İspanya	173.600
10	Etiyopya	170.000
11	Arjantin	130.275
12	Brezilya	132.202
13	Cezayir	93.062
14	İran	90.913
15	Türkiye	87.037

Çizelgeden de görüldüğü gibi Çin Halk Cumhuriyeti, dünya kuru sarımsak üretiminin yaklaşık olarak % 80’ini sağlamaktadır. Çin’i 1.259.000 t üretimle Hindistan ve 412.250 tonluk üretimle de Kore izlemektedir. Türkiye ise 87.037 t üretimle Dünya’da kuru sarımsak üreticisi ülkeler arasında Arjantin, Brezilya, Cezayir ve İran’ın arkasından 15. sırada yer almaktadır.

Türkiye'nin 2015 yılı sarımsak üretimi TÜİK verilerine göre 94.867 ton kuru sarımsak ve 24.356 ton taze sarımsak olmak üzere toplam 119.223 tondur (Anonim 2015a). Ülkemizdeki üretimin bölgelere dağılımı şekil 1.2'de verilmiştir.



Şekil 1.2 Türkiye'nin bölgelere göre sarımsak üretim miktarı (Anonim 2015b)

Ülkemiz sarımsak üretiminde Kastamonu ili (23.328 t) ilk sırada yer almakta ve Türkiye'deki sarımsak üretiminin %20'sini karşılamaktadır. Kastamonu'yu, Kahramanmaraş (15.527 t), Gaziantep (14.878 t), Aksaray (6.679 t) ve Balıkesir (6.398 t) illerimiz izlemektedir (Anonim 2015b). Kastamonu ilinin sarımsak üretiminin %91'i Taşköprü ilçesinden karşılanmaktadır.

Türkiye sarımsakta hem üretici, hem ihracatçı hem de ithalatçı ülke konumundadır. Çizelge 1.2'de FAO kaynaklarına göre ülkemizin yıllara göre ihracat ve ithalat değerleri verilmiştir. Türkiye 1997 yılına kadar ihracatçı ülke konumunda iken, 1997 yılından itibaren ithalatçı ülke konumuna geçmiştir. 2009 yılında sarımsak ithalatı 924 ton, 2013 yılında ise %236 artış göstererek 3.109 ton; ihracat ise 2009 yılında 225 ton iken 2013 yılında 26 ton olmuştur (Anonymous 2013b). Bu değerler ile Türkiye'nin sebze üretiminde olduğu gibi sarımsak üretiminde de gerek dünyadaki üretim miktarı payı gerekse de dış ticarete aldığı pay ile sahip olduğu üretim potansiyelinin iç ve dış piyasalara yeterince yansıtılamadığı görülmektedir.

Çizelge 1.2 1996-2013 yılları arasında ülkemizin sarımsak ihracatı ve ithalat miktarları
(Anonymous 2013b)

Yıllar	1996	1997	2009	2010	2011	2012	2013
İhracat (t)	4.737	1.073	225	611	246	310	26
İthalat (t)	44	2.648	924	1.926	4.377	2.104	3.109

Sarımsak uzun süre depolanabilen sebze türleri arasında yer almaktadır. Sarımsak ülkemizde çoğunlukla kuru olarak tüketilmektedir. Ülkemizde yetiştirilmekte olan sarımsakların %50'si muhafaza edilmektedir. Sarımsaklar genel olarak soğutucusuz depolarda (üretici deposu) demetler halinde yığın veya asılarak depolanmaktadır. Bu şekildeki depolama koşullarında sıcaklık ve nem dış hava koşullarına bağlı olduğu için üretim kayıplarının %20-30 civarında olduğu bilinmektedir.

Günümüzde sarımsağın işlenerek tüketiminin yaygınlaşmaya başlaması ile depolama koşullarının iyileştirilmesinin ve farklı depolama şekillerinin gündeme getirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Son yıllarda soyulmuş ve paketlenmiş sebze türlerinin büyük marketlerde yerini aldığı görülmektedir. Ülkemizde de özellikle büyük firmalar, sarımsakların soyulmuş olarak muhafaza edilmesi üzerinde çalışmaktadır. Ayrıca sarımsakların baş olarak saklanması da dışsal kimyasal madde uygulaması ile depolama sırasındaki kayıpların azaltılması yoluna gidilmektedir.

Bu düşünceden hareketle planlanan tez çalışmasında ülkemizin Taşköprü ilçesinden temin edilen Taşköprü sarımsakları demet halinde hem Kastamonu hem de Ankara'da 2 farklı soğutucusuz depo koşullarında depolanmış ve bu süreçte sarımsaktaki kalite değişimleri incelenmiştir. Araştırmanın ikinci bölümünde de soyulmuş halde modifiye atmosferde paketlenme (MAP) yapılarak soğutuculu depolarda 2 farklı sıcaklıkta depolanarak, depolanma süresince dışsal ve içsel kalite kriterleri değerlendirilmiştir. Her iki depolama yönteminde de hastalık etmenlerine karşı etkili olan ve depolama ömrünü uzattığı bilinen Jasmonik Asit'in metil esteri olan Metil Jasmonatın (MEJA veya MJ) iki dozunun (10^{-3} ve 10^{-5} M) sarımsak depolaması sırasındaki biyokimyasal değişimlere etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

Sarımsak sebzeler içerisinde en uzun süre muhafaza edilebilen türlerden biridir. Nuevo ve Bautista (2001), sarımsak başını saran dış kabukların, başı oluşturan dişlerdeki ağırlık kaybını, O₂ ve CO₂ gaz giriş ve çıkışını kontrol ederek sarımsağın hasat sonrası ömrünü uzattığını bildirmişlerdir. Sarımsağın dış kabuk kısmındaki parankima hücrelerinde bulunan kalsiyum kristalleri kabuğun esnekliğini koruyarak dişleri hem dış etkenlerden hem de mikrobiyal bozulmalara karşı koruyabilmektedir. Kabuk kırılabilirliği, dış kabuklarda daha fazla iken iç kısma doğru esneklik artmaktadır. Özellikle hasat sonrası kurutma işlemi sırasında kalsiyum kristallerinin yapısında değişim olmamaktadır. Aynı araştırmacılar, sarımsağın dış kabuğundaki kalsiyum kristallerinin miktarına bakarak sarımsakların muhafaza ömürlerinin tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

Hasat sonrası ömrü fazla olsa da tüm sebzelerde olduğu gibi sarımsakta da düşük sıcaklıkta depolama, depo ve raf ömrünü uzatmadaki en etkili faktördür. Soğukta muhafaza, metabolik reaksiyonların hızını yavaşlatarak, solunum oranını düşürmenin yanında, ağırlık kaybının ve mikrobiyal gelişmeye bağlı hastalık kayıplarının azalmasını da sağlamaktadır. Bu sayede ürünlerin pazarlanabilme süresi de uzamaktadır.

2.1 Depo Sıcaklığı ve Oransal Nemin Sarımsağın Depo Ömrüne Etkisi

Nuevo ve Bautista (2001), dikimden 90, 105, 110 ve 115 gün sonra farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen “Botanges Red” çeşidi sarımsak başlarını güneş altında 3-4 gün, daha sonra da üstü kapalı bir alanda 10-11 gün süreyle olgunlaştırma işlemine tabi tuttukten sonra, 29°C sıcaklık ve % 75 oransal nemde (ON) 180 gün süre ile depolamışlardır. Depolama süresince hem morfolojik hem de anatomik yapıda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu amaçla sarımsak başlarında ağırlık kaybı, solunum hızı, sertlik, SÇKM miktarı ve acılıkla ilişkili olarak pirüvik asit miktarı belirlenmiştir. Anatomik özellik olarak da elektron mikroskopunda kabukta parankima hücrelerinde bulunan kalsiyum kristali miktarı ölçülmüştür. Araştırma sonucunda 90 gün sonra hasat

edilen sarımsaklarda, morfolojik olarak boyun kısmının dar, diş iriliğinin az, başı saran koruyucu yaprakların ince ve kırılgan yapıda olduğu ortaya konulmuştur. Aynı şekilde ağırlık kaybı, solunum hızı ve bozulma oranının daha yüksek, SÇKM miktarı, acılık ve sarımsak aromasının ise daha düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, dikimden 115 gün sonra hasat edilen sarımsakların, deneme koşullarındaki sıcaklık ve nemde 120 gün süreyle depolanabileceği belirtilerek, depolanacak sarımsakların dikimden 105 günden önce hasat edilmemesi gerektiği vurgulanmıştır.

Kodera vd. (2002), sarımsak başlarının uzun süreli depolanmasının allisin miktarına etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla sarımsak başları olgunlaştırma sonrası oda koşullarında (20°C) 9 ay ve 2 yıl süre ile depolanmıştır. Araştırmacılar, dişlerde nekrotik dokularda allisin miktarının arttığını ve böylelikle sarımsağın mikroorganizmalara karşı daha fazla direnç gösterebildiğini belirtmişlerdir. Öte yandan 2 yıllık depolamanın 9 aylık depolamaya kıyasla allisin miktarını 5 kat artırdığı da bildirilmiştir.

Sarımsaklar oda sıcaklığında (20-30°C) 1-2 ay süre ile depolanabilirse de, başlar depolama sonuna doğru ağırlık kaybı sebebiyle sertliğini kaybederek yumuşamakta ve renk bozulmalarından kaynaklanan kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır. Sarımsaklar için en uygun depolama sıcaklığının ve oransal neminin -1 - 0°C ve % 65-70 olduğu belirtilmektedir (Cantwell 2004).

Meksika koşullarında, depolama sıcaklığı ve neminin depolanma ömrüne etkisini belirlemek amacıyla 'Perla' sarımsak çeşidine ait başlar, 0°C (% 70 ve % 84 ON), 5°C (% 74 ON), 20°C (% 55 ON), 30°C (% 46 ON) ve kontrol olarak da oda sıcaklığında (17±7°C) 190 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sonucunda, 0°C'de ve % 70 ON'de depolanan sarımsaklarda ağırlık kaybı %3.6-5.0 iken, 30°C'de %16.0, 20 °C'de %19.3, oda sıcaklığında %23.7 ve 5°C'de %33 olarak bulunmuştur (Vázquez-Barrios vd. 2006). Buna karşılık filizlenme oranı 30. gün sonunda 5 ve 20°C ile oda sıcaklığında depolanan sarımsaklarda artmaya başlamış ve 60. günde filizlenme oranı %50'nin üzerine çıkması nedeniyle depolama çalışması sona erdirilmiştir. Oysa 0°C'de depolanan sarımsaklarda

filizlenme oranı %40 olarak belirlenmiştir. 30°C’de filizlenme oranı düşük bulunmuşsa da, ağırlık kaybının yüksek olması nedeniyle sarımsaklar pazarlama değerini 5 ay sonra kaybetmiştir.

İngiltere’de yapılan bir çalışmada, sarımsakları düşük sıcaklıkta depolamanın sülfür bileşikleri içeriğine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında, sarımsaklar 4°C ve oda koşullarında (20°C) % 60 ON’de 180 gün süre ile depolanmıştır. Depolama süresince sarımsak dişlerinin iç ve dış kısımlarındaki alliin, isoalliin, γ glutamil allil sistein sülfoksit ve γ glutamil isoallil sistein sülfoksit miktarları analiz edilmiştir. Depolamanın sonunda her iki sıcaklıkta da, alliin, γ glutamil allil sistein sülfoksit ve γ glutamil isoallil sistein sülfoksitinin sarımsak dışında dış yüzeyde, iç yüzeyden daha fazla miktarda bulunduğu tespit edilmiştir. 4°C’de alliin miktarında belirgin değişimler saptanamamış, isoalliin miktarında ise önemli artışlar belirlenmiştir. Diğer sülfür bileşenleri γ glutamil allil sistein sülfoksit ve γ glutamil isoallil sistein sülfoksitin ise depolamanın ilerlemesine paralel olarak azaldığı belirtilmiştir (Hughes vd. 2006).

Nei vd. (2007), Fukuchi white sarımsak çeşidine ait başların bir kısmını 5°C, 10°C ve 25°C’de 25 gün, bir kısmını da -2°C’de 6 ay depolama (ön depolama) sonrası 5, 15 ve 25°C’de 21 gün süre ile %3 ve %21 O₂ içeren kabinlerde depolamışlardır. Araştırma sonucunda ön depolama sonrası 15 ve 25°C’de %3 O₂ bulunan depolarda depolanan sarımsaklarda filizlenme oranı ve kök uzunluğu daha düşük bulunmuştur. Solunum hızı 5°C’de depolanan tüm sarımsaklarda sabit bir artış gösterirken, ağırlık kaybı 5°C’de her iki oksijen konsantrasyonunda da %1 düzeyinde kalmıştır.

Bae vd. (2008) tarafından Kore koşullarında kuzey ve güney bölgelerde yetiştirilen iki sarımsak çeşidinde en uygun depolama sıcaklığını belirlemek amacıyla sarımsak başları -4, 0°C ve oda sıcaklığında 10 ay süre ile depolanmıştır. 5 aylık depolama sonrası kuzey bölgede yetiştirilen sarımsaklarda filizlenme oranı %60 iken, güney bölgede yetiştirilenlerde %100’e ulaşmıştır. -4°C’de depolamada %0-5 oranında üşüme zararı görülmesine rağmen, 10 aylık depolama sonucunda oda sıcaklığında depolanan sarımsaklardaki ağırlık kaybı %13-20, 0°C’de %7-13, -4°C’de ise %5-8 arasında

değişim göstermiştir. Ağırlık kaybı, kuzey bölgede yetiştirilen sarımsaklarda daha düşük oranda olmuştur. Aynı şekilde pirüvik asit ve fruktan içeriği de kuzey kesimde yetiştirilen sarımsaklarda daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Bayat ve Rezvani (2010), yaprakların %70'inin sarardığı (1), yaprakların tamamının sarardığı (2) ve yaprakların tamamının kuruyarak kahverengileştiği dönemde (3) hasat edilen sarımsaklar, açık havada (22-25°C ve % 45-55 ON) ve farklı sıcaklıklarda (35, 45 ve 55°C'de % 55-60 ON) kurutulma sonrası 12±8°C'de ve % 60-70 ON'de 6 ay süre ile depolamışlardır. Depolama sonunda en yüksek ağırlık kaybı (%13.50) 2. dönemde hasat edilen ve 55°C'de kurutulan sarımsaklarda ortaya çıkmıştır. En düşük ağırlık kaybı değeri ise 2. dönemde 35°C'de (%3.50) kurutulan örneklerde belirlenmiştir. En yüksek sertlik değeri 3. dönemde 55°C'de (11.85 N), en düşük sertlik değeri ise 2. hasat döneminde (55°C) (7.18 N) depolanan sarımsaklarda saptanmıştır. En yüksek pirüvat değeri 3. olgunluk döneminde hasat edilen ve 45°C'de (136.8 µmoles/g), en düşük değer ise 2. olgunluk döneminde hasat edilen ve 55°C'de (84.8 µmoles/g) depolanan sarımsaklardan elde edilmiştir. Ayrıca kurutma yapılmayan sarımsaklarda 0°C sıcaklıkta 50 gün süre ile depolama sonrasında fungal bozulma ve CO₂ üretiminde hızla artış olduğu da belirlenmiştir.

Ning vd. (2013), düşük sıcaklıkta depolama sonrası ikinci kurutma işleminin sarımsak başlarındaki kaliteye etkisini belirlemek amacıyla, doğal koşullarda kurutularak -3°C'de 60, 105, 150, 195 ve 240 gün süreyle depolama sonrası, sarımsakları 1, 2 ve 3 gün süre ile 35 ve 40°C sıcaklıkta ikinci kurutma işlemine tabi tutmuş ve soğutucusuz depoda 45 gün süre ile depolamıştır. 40°C'de 2 gün süre ile ikinci kurutma işlemi yapılan sarımsaklarda ağırlık kaybı (%5), kararma ve sertlik kaybı tespit edilirken, ikinci kurutma işlemi görmeyen sarımsaklarda, filizlenme (%10) ve köklenme oranında (%5-10) artış saptanmıştır.

González vd. (2013), sarımsak başlarının 0±0.5 ve 20±3°C sıcaklıkta 120 gün süre ile depolanması sırasında allisin ve pirüvik asit içeriğindeki değişimi incelemiştir. Depolama süresince filizlenme oranı olarak sürgün yaprağı uzunluğunun depo yaprağı

uzunluğuna bölünmesi ile elde edilen görsel dinlenme indeksi (GDİ) dikkate alınmış ve %50 olarak kabul edilen GDİ değeri 0°C’de 65. günde, 20°C’de ise 15. günde ulaşılmıştır. Sarımsakların tamamı 0°C’de 120. günde, 20°C’de ise 90. günde filizlenmiştir. Allisin miktarı 0°C’de depolanan sarımsaklarda 90. gün, 20°C’de depolanan örneklerde ise 15. günden itibaren düşüşe geçmiştir. Pirüvik asit en yüksek değere 0°C’de 80. günde, 20°C’de ise 100. günde ulaşmıştır. Araştırmacılar bu çalışma ile depolama süresince allisin belirlenmesinde GDİ’den yararlanılabileceğini de bildirmişlerdir.

Li vd. (2015), sarımsak dişlerinin 20±2°C’de ve % 45 ON’de 12 hafta süre ile depolanması sırasındaki çözünabilir şeker miktarı, toplam fenol ve kükürtlü bileşiklerin miktarı ile antioksidan aktivitesindeki değişimi incelemişlerdir. Depolama süresince suda çözünabilir şeker miktarının 4. haftada (350 µg/g), toplam fenollerin 6. haftada, (839.96±31.38 µg/g), kükürtlü bileşiklerin 8. haftada (%41) en yüksek değere ulaştığı ve depolamanın sonuna doğru hızla azaldığı saptanmıştır.

Hasattan filizlenme başlangıcına kadar geçen sürede 4°C (% 60 ON) ve 21°C (% 45 ON)’de 84 gün süre ile depolanan sarımsaklarda, bünyedeki kimyasal değişimin incelendiğı bir araştırmada, suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı, nişasta, glikoz, klorofil a, b, ab, ve karotenoid miktarının depolamanın 14. gününden, sakkarozun ise 28. gününden itibaren hızla arttığı, fruktoz miktarının ise değişken olduğu saptanmıştır. Antosiyanin miktarı ise 4°C’de depolanan örneklerde 42. gün sonunda en yüksek değere ulaşmış ve ilerleyen günlerde azalma göstermiştir. Enzimlerden α-amilaz, lipaz ve proteaz miktarı incelendiğinde ise filizlenmenin başladığı 14. günden itibaren azalma gösterdiği, enzim aktivitesindeki artışın düşük sıcaklıkta daha az olduğu ortaya konulmuştur (Mashayekhi vd. 2016).

2.2 Dışsal Uygulamaların Sarımsak Depolamasına Etkisi

Kaynaş vd. (1995), farklı sıcaklıklarda (0, 5, 10, 20°C ve soğutucusuz depoda) depolanan Kastamonu sarımsağı başlarında 1’er hafta aralıklar ile başlar diş haline

getirilerek dikim yapılmış ve dikim sonrası 10 hafta süre ile içsel absizik asit (ABA), indol asetik asit (IAA), giberellik asit (GA) ve benzil adenin (BA) düzeyinin değişimini belirlemişlerdir. İki yıl süre ile yapılan aynı çalışmada dışsal olarak uygulanan ABA, IAA, GA₃, BA, Cycocel (CCC), Ethrel ve MH'in dinlenme süresi üzerine etkileri de araştırılmıştır. Araştırma sonucunda her iki yılda da 5 ve 10°C'de 2. ayda dinlenmenin tamamlandığı, buna karşılık 0, 20°C ve soğutucusuz depoda tutulan sarımsak başlarında ise 3.5 ay sonunda sarımsak başlarının yaklaşık %75'inin dinlenmede kaldığı tespit edilmiştir. Dinlenme süresini belirlemede filizlenme ve köklenme oranı dikkate alınmıştır. Depolama sonunda dinlenme süresince ABA miktarının 0 ve 20°C'de depolanan sarımsaklarda daha yüksek düzeyde olduğu, buna karşılık 5, 10°C ve soğutucusuz depoda saklanan sarımsaklarda ise IAA miktarında artış olduğu saptanmıştır. GA miktarı sıcaklığa göre belirgin bir artış göstermemekle birlikte 5, 10, 20°C ve soğutucusuz depoda 4 ve 6. hafta arasında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. BA düzeyinde önemli bir değişim saptanamamıştır.

Bu çalışmanın diğer bölümünde 5°C sıcaklıkta depolanan sarımsak başları 60 ve 90. günde dişlerine ayrılmış ve bu dişlerin büyüme noktasına ABA, IAA, GA₃, BA, CCC, Ethrel ve MH'in 5, 15, 25 ve 50 ppm dozlarından 1'er ml şırınga ile uygulanmıştır. Depolamadan sonrası perlit ortamında dikimden 75 gün sonra yapılan ölçümlere göre 60 ve 90 günlük depolama sonrasında uygulama görmemiş dişlerde sürme oranı 60. günde %25.95, 90. günde %42.78 iken, ABA'nın 50 ppm dozunda %7.87 ve %10.37 ve MH'in 50 ppm dozunda %5.44 ve %9.19 olarak bulunmuştur. GA₃ ve IAA'nın ise filizlenmeyi artırdığı, BA, CCC ve ethrel'in ise etkilemediği ortaya konulmuştur.

Sarımsaklarda filizlenmenin engellenmesi amacıyla iki gruba ayrılarak, hasattan 2 hafta önce MH (15 L/ha) ve hasattan 30 gün sonra 20°C sıcaklıkta 60 Gy gamma ışın uygulaması yapılmış sarımsak başları 240 gün süre ile çevre koşullarında depolanmıştır. Dişteki depo yaprağı ve sürgün yaprağı uzunluğu, sürgün rengi, yaprak taslağı sayısı ile apikal meristem hücrelerinde mitoz aktivitesi ve atom morfolojisi değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda sarımsaklarda her iki uygulamada da 90. güne kadar dinlenme devam etmiş, filizlenme başlangıcından depolamanın sonuna kadar depo yaprağı ve sürgün uzunluğundaki artışın kontrol grubunda en yüksek seviyede olduğu, yaprak

taslağı sayısının ise uygulama yapılan sarımsaklarda sabit kaldığı, ancak kontrol grubunda 14. günden 240. güne kadar artış gösterdiği görülmüştür. Öte yandan 120. günden itibaren uygulama yapılmayan sürgün yapraklarında solgunluk ve kahverengileşme görülürken 60 Gy gamma ışın uygulamasındaki sürgünlerin daha canlı ve parlak oldukları belirlenmiştir (Pellegrini ve Orioli 2000). Araştırmacılar, sarımsakta mitoz bölünmenin dinlenme süresince engellendiğini, buna karşılık, dinlenmenin sonunda gamma ışın uygulaması yapılan sarımsakların apikal meristem hücrelerinde mitoz aktivitesi olmadığı için hücrelerde anormallikler gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, apikal meristem hücrelerinin mikroskopik gözlemler sonucu hem kontrol hem de MH uygulanmışlarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak 90. günden sonra kontrol grubu sarımsaklarda mitoz aktivitesine bağlı olarak apikal meristem hücrelerinde artış görülmüştür.

Meyve ve sebzelerde depolama öncesi yüksek sıcaklık (30-65°C'de °C) uygulamaları depolama süresince yumuşama, doku, tat ve renk değişimleri, solunum hızı, etilen sentezi, uçucu bileşen üretimi, zararlı girişi, hastalık kontrolü ve ürün kalitesini korumak amacıyla kullanılmaktadır (Paull ve Chen 2000). Sıcaklık uygulamaları sıcak su, sıcak hava ve sıcak buhar olmak üzere 3 farklı şekilde uygulanmaktadır.

Kaliteyi korumak ve depolama sürecini uzatmak amacıyla “CA Late” sarımsak çeşidine ait dişler 45, 50, 55 ve 60°C sıcaklıktaki suya 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 40 ve 60 dakika süreyle daldırıldıktan sonra 0-1 ve 10°C ve % 65-75 ON'de 6 ay süre ile depolanmıştır. 60°C'de 2.5 dakika ve 55°C'de 10 dakika süre ile sıcak su uygulaması yapılan ve 0°C'de depolanan sarımsak dişlerinde yüzeyde zararlanma görülmemesi yanında renk, sertlik, acılık değerlerinde de belirgin değişimler saptanamamakla birlikte kısmen etkili bulunmuş ancak solunum hızının 1.5-2 kat arttığı tespit edilmiştir. 50°C'de °C'den daha düşük sıcaklık uygulamalarında, dişlerin 10°C ve % 95 ON'de depolanması durumunda köklenme ve filizlenmenin önlenemediği görülmüştür (Cantwell vd. 2003a).

Dronachari vd. (2010), kalsiyum klorür (%2 CaCl_2) ve susam yağı (%2) uygulamalarının düşük yoğunluklu polietilen (DYPE) ve yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) torbalarda 10°C'de % 60-70 ON'de depolanmasının raf ömrüne etkisini araştırmışlardır. Araştırma süresince paket içindeki O_2 ve CO_2 oranı, filizlenme, köklenme, solunum oranı, SÇKM miktarı, titre edilebilir asitlik (TEA), renk, askorbik asit ve pirüvik asit içeriği, oleoresin ve protein miktarı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda kontrolde 18 gün olan raf ömrü, susam yağı uygulanmış ve YYPE paketlerde muhafaza edilen sarımsaklarda 42 güne çıkmıştır. Kalsiyum klorür uygulanarak YYPE paketlerde depolanan sarımsaklar ise kalite kaybı olmaksızın 30 güne kadar saklanabilmiştir.

Sarımsakta kullanılan farklı yüzey dezenfektanlarının kalitenin korunmasına etkisini araştırmak amacıyla Verissimo vd. (2010) soyum işlemi sonrası hipoklorid (130 ppm+1 dakika), hidrojen peroksit (%5+1 dakika), laktik asit (%1.5 + 1 dakika), kalsiyum laktat (%1.5 + 1 dakika) ve ultraviyole ışın (UV-C, 0.5 J/cm²) uygulamalarının 4, 8, 12, 16 ve 20°C sıcaklıkta 4 gün süre ile depolanan ve 11 gün süre ile raf ömrüne tabi tutulan sarımsaklardaki etkisini belirlemişlerdir. Depolama sonucunda en iyi sonuç hidrojen peroksit uygulandıktan sonra 4°C'de depolanan sarımsaklardan alınmıştır. Bu örneklerde sarımsakların solunum hızının düştüğü, raf ömrünün uzadığı (11 gün), kuru madde ve SÇKM miktarının düştüğü saptanmıştır. Araştırmacılar, hidrojen peroksitin, hipokloride göre L* parlaklık değerini artırdığını, kararmayı azalttığını ve rengin uzun süre korunmasını sağladığını belirterek uygulamada hipokloritin yerini alabileceğini belirtmişlerdir.

Bloem vd. (2011) hasat öncesi farklı miktarlarda gübrelemenin (azot ve kükürt) sarımsak depolaması sırasında alliin ve su içeriğine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla hasat sonrası sarımsak başları 20°C sıcaklıkta nem içermeyen karanlık odada 83 gün süre ile depolanmıştır. Araştırma sonucunda, azot gübresi yapılmayıp, yüksek miktarda kükürtlü gübreleme yapılan sarımsaklarda su kaybının daha düşük olduğu, azot gübrelemesi yapılmayıp ancak düşük miktarda kükürt gübrelemesi yapılan sarımsaklarda ise alliin miktarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kumara ve Patil (2015), hasat öncesi MH (2.500 ppm), CCC (1.000 ppm) ve boraksın (1.000 ppm), karbendazim ve ditan (1.000 ppm) ile olan karışımlarının uygulamasının sarımsakta hasat sonrası bitki gelişimi ve dış kalitesine etkisini belirlemişlerdir. Bu amaçla uygulamalar hasattan 3 hafta önce yapılmış ve dikimden 142 gün sonra hasat edilen sarımsak başları soğutucusuz depo koşullarında 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün süre depolanmıştır. Depolama süresinin artmasıyla ağırlık kayıpları tüm uygulamalarda artmış, ancak en düşük artış, MH+karbendazim (%30.67) ve MH'nin tek başına uygulamasından (%31.97) elde edilmiştir. 180 günlük depolama süresinin sonunda dikimi yapılan dışlerde bitki gelişimini belirlemek amacıyla dikimden 30 gün sonra hasadı yapılan sarımsaklarda bitki boyu, yaprak boyu ve genişliği ile boyun çapı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları da MH+karbendazim uygulamalarının daha etkili olduğunu göstermiştir. Sağlıklı dış oranını belirlemek amacıyla hasarsız dış ağırlığının başlangıç ağırlığına bölünmesiyle elde edilen değerler dikkate alınmış, bu yönden de CCC+ditan uygulamasının daha umutvar olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamada sağlıklı dış oranı %41.04 olarak bulunmuştur.

Hasat öncesi uygulamaların sarımsakta depo ömrü ve ağırlık kaybına etkilerini belirlemek amacıyla Ratanamarno ve Supa (2015), sarımsakları hasattan 3 hafta önce protokatesik asit (PCA) (500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500 ppm), ABA (5, 10, 15, 20, 25 ppm) ve MH (2.500 ppm) uygulamaları sonrasında 5°C'de % 90-95 ON ve 30°C'de % 70-75 ON'de 300 gün süre ile depolamışlardır. Bu çalışmada %70'lik ağırlık kaybı depo ömrünü tamamlamada kriter olarak alınmıştır. Buna göre, MH (2 500 ppm) uygulaması yapılmış sarımsaklar depo ömrünü 230. günde, ABA (25 ppm) uygulanmışlar 182. günde ve PCA (2.500 ppm) uygulanmışlar da 130. günde tamamlamıştır. 30°C'de depolanan sarımsaklarda ise aynı uygulama ve dozlarının sarımsaklarda depo ömrünü 300 güne kadar uzattığı saptanmıştır. Bu araştırma ile yaygın olarak kullanılan MH'in yerine PCA ve ABA'nın da dışsal uygulama olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Düşük dozdaki UV-C uygulamasının soyulmuş sarımsakların depolama süresince mikrobiyal gelişim, antioksidan içeriği ve kalitelerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, hasat ve kurutma sonrası 0.1, 1 ve 2 kJ dozlarında UV-C uygulaması yapılan sarımsak dışları 0.05 mm kalınlıktaki PE filmler ile paketlenerek 45 gün süre ile 0 ve

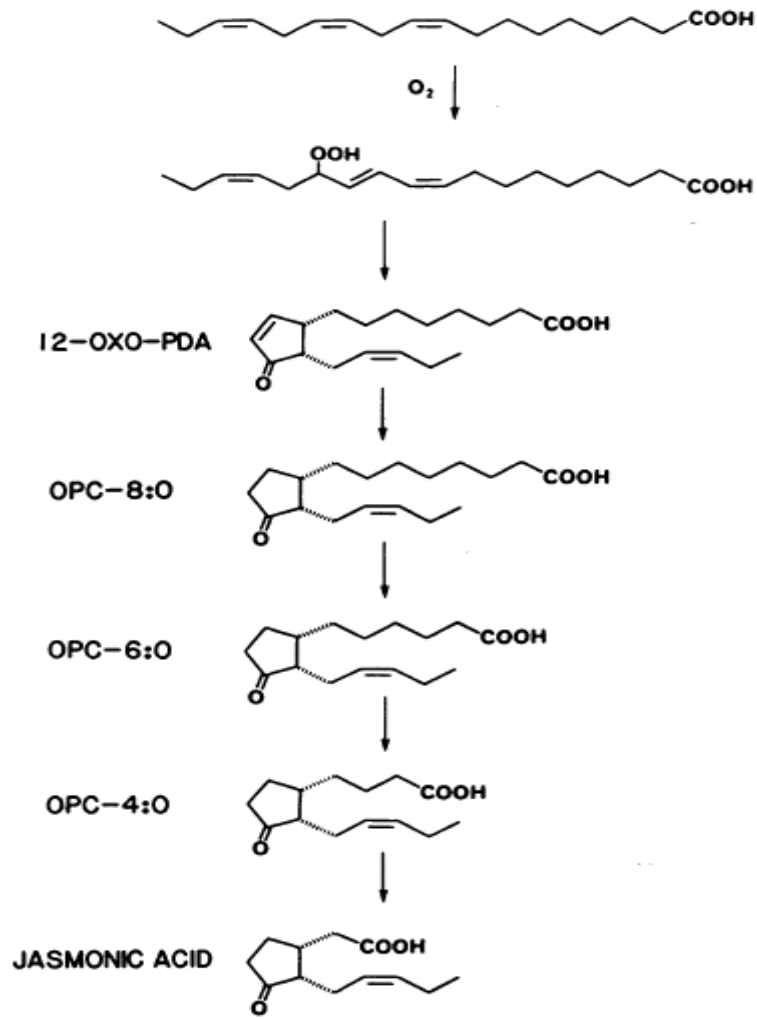
25°C (oda sıcaklığı) sıcaklıkta depolanmıştır. 45 günlük depolama süresinin sonunda, 0°C sıcaklıkta UV-C uygulaması (2 kJ) yapılan sarımsakların en yüksek sertlik değerlerine (10.3 N) ve de en düşük hue açısı (renk tonu) değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir. Buna karşılık oda sıcaklığında depolanan sarımsakların depolamanın 15. gününe kadar sertlik (9 N) ve renklerini (sarılık ve kırmızılık) koruyabildikleri de belirlenmiştir. Yapılan analizlerde fenolik bileşiklerden apigenin, quercetin ve flavanoid içeriğinin de 0°C'de 2 kJ UV-C uygulaması yapılmış sarımsaklarda daha yüksek miktarda bulunduğu, mikrobiyal gelişmenin de kontrole göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Park ve Kim 2015).

Bu kimyasalların dışında hasat sonrası kaliteyi korumak ve uzun süreli depolama yapabilmek için fizyolojik etkileri nedeniyle içsel bitki büyüme düzenleyicileri olarak kabul edilen jasmonik asit (JA) ve onun metil esteri olan metil jasmonat (MJ) da kullanılmaktadır.

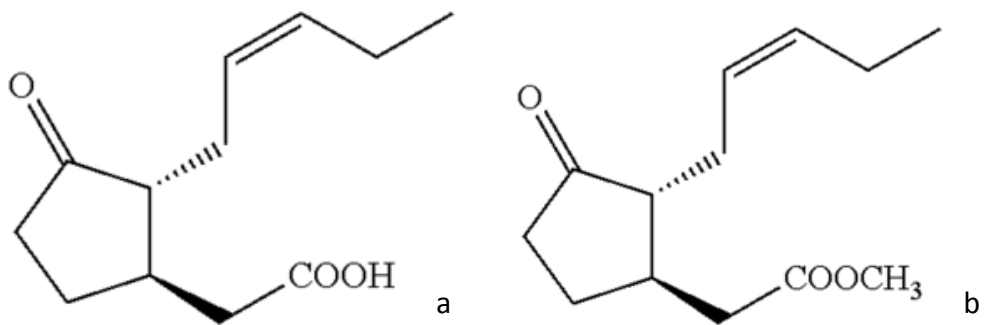
2.2.1 Metil jasmonat uygulamalarının depolamaya etkisi

Jasmonik asitler bitki bünyesinde bulunan linoleik asitten türetilerek kloroplastlarda bulunan lipoksijenaz (LOX3) enziminin etkisiyle aktif hale geçen bileşiklerdir (Vick ve Zimmerman 1984). Jasmonik asitin öncül maddesi olan 12-oksofitodienoik asit (12-OXO-PDA) linoleik asidin çözülmesinde etki yapmakta ve JA biyosentezini teşvik etmektedir (Şekil 2.1). Jasmonik asitler, bitki bünyesinde yaralanma ve hastalık etmeni varlığında aktif hale geçmekte, proteinaz enzimi sentezini teşvik etmekle birlikte bitki bünyesindeki flavanoid, alkaloid, polipeptid, terpenoidler ve fitoaleksinlerin oluşumunu tetiklemektedir (Gundlach vd. 1992, Mueller vd. 1993).

Jasmonik asitin metil esteri olan metil jasmonatın (Şekil 2.2) bitki bünyesinde aromatik bileşenleri ve antosiyaninleri artırmada, klorofil parçalanmasını sağlamada, kararma ve üşüme zararını azaltmada, fungal gelişimi engellemede ve patojene karşı bitki direncini artırmada etkili olduğu belirlenmiştir (Meir vd. 1996, Pérez vd. 1997, Zhu ve Tian 2012).



Şekil 2.1 Linoleik asitten jasmonik asit biyosentezi



Şekil 2.2.a.Jasmonik asit, b. metil esteri metil jasmonat (MJ)

Yapılan kaynak taramalarında MJ'ın avokado, altıntop ve dolmalık biberde depolama sırasındaki üşüme zararına karşı etkinliği belirlenmiştir (Meir vd. 1996). Yapılan diğer çalışmada ise, turplar MJ (10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} ve 2×10^{-3} M konsantrasyonlarında) çözeltilerine daldırılmış ve PE filmler ile kaplanarak 0 ve 15°C sıcaklıkta 7 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sonucunda, MJ'ın her iki sıcaklıkta da köklenme ve filizlenmeyi engellemenin yanında ağırlık kaybını da azalttığı saptanmıştır. Organik asitlerden malik, sitrik ve süksinik asit ile fruktoz, glukoz ve sakkarozdan oluşan karbonhidratların korunmasında da 2×10^{-3} ve 10^{-3} M MJ dozlarının en etkili dozlar olduğu belirlenmiştir (Wang 1998).

MJ'ın mango ve papaya meyvelerinde depolama kalitesine etkilerinin araştırıldığı diğer çalışmalarda, depolama sonucunda MJ'ın solunum hızı, ağırlık kaybı, renk kaybı, SÇKM miktarı ve üşüme zararını azalttığı, toplam organik asit ve şeker miktarını ise koruduğu bildirilmiştir (González-Aguilar vd. 2001, González-Aguilar vd. 2003).

Cantwell vd. (2003a), soyulmuş ve soyulmamış sarımsak dişlerini MJ çözeltilerine (10^{-3} , 10^{-4} ve 10^{-5} M dozlarında) daldırılmış ve 10°C sıcaklıkta 5 hafta süre ile depolanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, köklenme üzerine 10^{-5} M dozunun etkisiz olduğunu, 10^{-4} M dozunun %35, 10^{-3} M dozunun ise %70 oranında köklenmeyi engellediği ancak filizlenmeyi engellemede etkili olmadığı belirlenmiştir. Metil jasmonatın tüm dozlarının soyulmamış dişlerde mor renklenmeyi teşvik ettiği ancak soyulmuş dişlerde renklenme üzerine etkisinin daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Baltazar vd. (2007) tarafından MJ uygulaması (220 µL/L) yapılan domates meyveleri 10°C % 85 ON ve 20°C % 75 ON'de 27 gün süre ile depolanmıştır. Araştırma sonucunda, MJ uygulanarak 10°C'de depolanan domateslerde, L* (parlaklık), renk değerleri (a* ve b*) ve sertliğin daha iyi korunduğu belirlenmiş, 20°C'de depolanan domateslerde ise etilen ve CO₂ üretiminin daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Ergün ve Kösetürkmen (2008), rendelenmiş havuçları JA'nın 0.1, 0.5 ve 1 µM dozlarındaki çözeltilerine daldırdıktan sonra 50 gramlık plastik kaplarda 4°C sıcaklıkta

10 gün süre ile muhafaza etmiştir. Depolama süresince 2 gün aralıklarla panelistler yardımıyla duyuşal (aroma, gevreklik ve acılık) ve kimyasal (pH ve SÇKM miktarı) analizler yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda, JA'in 1 µM dozunun aromatik özellikleri ve gevrek tadı koruduğı, acılığı engellediğı belirtilmiştir. Araştırmacılar bu dozun pH ve SÇKM miktarının korunmasında da etkili olduğunu belirtmiştir.

2.3 Farklı Depolama Şekillerinin Sarımsağın Depo Ömrüne Etkisi

Taze sebze ve meyvelerin depolanmasında, düşük oksijen (O₂) ve yüksek karbondioksitten (CO₂) yararlanılarak oluşturulan modifiye atmosfer (MA) ya da kontrollü atmosfer (KA)'li depolama kullanılmaktadır. Bu depolama koşullarının kaliteyi koruduğı ve bu nedenle raf ömrünü uzattığı bilinmektedir. Modifiye ve kontrollü atmosfer; ortamdaki O₂ konsantrasyonunun azaltılıp, CO₂ konsantrasyonunun artırılmasıyla veya bazı gazların ilavesi ile ortamın gaz bileşiminin mevcut havanın bileşiminden (%78 N₂, %20.95 O₂ ve %0.03 CO₂) daha farklı hale getirilmesidir. Bu noktada ürünlerin gaz (CO₂ ve O₂) tolerans sınırlarının bilinmesi gaz dengesi yönünden oldukça önemlidir. Önerilen gaz dengesi, düşük sıcaklıkla birlikte kullanıldığında, fizyolojik hastalık ve zararı engelleyerek su oranı yüksek olan ürünlerin uzun süreli depolanmasını sağlamaktadır (Kader vd. 1989).

Dünya'da sarımsak üretiminde söz sahibi olan Çin'de sarımsakların demet halinde KA'de kalite kaybına uğramaksızın 10 aya kadar, MA'de paketlenme sonrası ise 0-1°C sıcaklıkta %5 kayıpla 9 ay'a kadar depolanabildiğı bildirilmiştir (Feng 2001).

2.3.1 Sarımsakların kontrollü atmosferde (KA) depolanması

KA'in etkinliğini belirlemek amaçlı yapılan bir araştırmada, sarımsak başları açıkta ve KA'de (%1.0 O₂, %1.0 O₂ + %10 CO₂, hava + %10 CO₂, hava + %20 CO₂) 0°C sıcaklıkta 4 ay süre ile depolanmıştır. Depolama süresince KA ortamındaki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları fizyolojik kalite özelliklerinden SÇKM miktarı, kuru ağırlık ve ağırlık kaybı değerlerinde önemli bir değişime neden olmamış, ancak filizlenme oranını %50 oranında engellemiştir. Düşük O₂'li KA koşullarında pirüvik asidin

düşüşüne bağlı olarak acılık oranı azalmıştır. Yüksek CO₂ (%20) konsantrasyonlarında ise fruktan konsantrasyonu düşük bulunurken serbest şeker miktarı yüksek bulunmuştur (Kang ve Hong 2001).

Cantwell vd. (2003b), CA Late ve CA Early sarımsak çeşitlerine ait başları normal atmosferde (NA) ve KA'de (%1.0 O₂, %1.0 O₂ + %10 CO₂, hava + %10 CO₂, hava + %20 CO₂) 0-1°C'de 6 ay süre ile depolamıştır. Başların muhafaza ömrü üzerinde yüksek CO₂'in filizlenmeyi geciktirmede etkili olduğu ve en etkili ortam bileşiminin %1.0 O₂ + %10 CO₂ olduğunu belirlemişlerdir. Düşük O₂'de toplam şekerler içinde fruktoz miktarının daha fazla olduğu, buna karşılık yüksek CO₂'de azaldığı tespit edilmiştir. KA ortamı alliin ve tiyosülfonat miktarı üzerinde etkili olmamış, ancak NA'de depolamanın pirüvik asit miktarını artırdığı belirtilmiştir. Araştırmacılar aynı çalışmada, soyulmuş sarımsaklarda depolama sıcaklığının artışıyla en fazla görülen kalite kayıplarının zedelenme kaynaklı renk kaybı, bozulma, filizlenme ve köklenme kaynaklı olduğunu belirterek, KA'de (hava + %10 CO₂ ve %1.0 O₂) farklı depolama sıcaklıklarının (0°C, 5°C, 10°C, 15°C) sarımsak dişlerinin kalite özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Sarımsak dişlerinin 0°C'de 21 gün, 5°C'de 16 gün, 10°C'de 12 gün ve 15°C'de 8 gün süre ile kalite kaybı olmaksızın depolanabileceği belirtilmiştir. Soyulmuş sarımsaklarda renk kaybı ve çürüme nedeniyle meydana gelen kayıpların 5 ve 10°C'de hava + %10 CO₂ ve %1.0 O₂ içeren KA'de depolama ile önlenebileceği sonucuna varılmıştır. Tüm soyulmuş sarımsak örneklerinde depolama boyunca aromatik bileşik ve acılık değerlerinde düşüş saptanmıştır.

Shiina vd. (2005) tarafından Fukuchi White çeşidi sarımsak dişleri -1.5, 10 ve 25°C'de normal atmosferde (NA) ve KA'de (%3 O₂) 6 ay süre ile depolanmış ve depolama süresince ağırlık kayıpları değişimi belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek ağırlık kaybı depolamanın 90. gününde %21 ile 25°C sıcaklıkta NA'li depolamada ve %13 ile de KA'li depolamada olduğu saptanmıştır. Buna karşılık -1.5°C'de KA'li depolamada ağırlık kaybı 180. gün sonunda %7 değerine ulaşmıştır. Sarımsak muhafazasında ağırlık kaybı için sınır kabul edilen %5'lik değere -1,5°C'de 130. günde, 10°C'de 50. günde ve 25°C'de 35. günde ulaşılmıştır. NA'de ise sadece 25°C'de depolamada 35. günde %5 değerine ulaşılmıştır.

Pöldma vd. (2012)'nin yaptığı araştırmada, NA ve KA'de depolamanın sarımsak başlarının depo ömrüne etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, Ziemiai çeşidi sarımsak başları $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de NA'de % 58-75 ON'de, KA'de ise % 52-87 ON ve %1 O₂ ve %5 CO₂ gaz karışımında 5 ay süre ile depolanmıştır. İki yıllık araştırma sonuçlarına göre, depolama sonunda KA'de ağırlık kaybı %16.55, NA'de ise %26.6 olarak belirlenmiştir. Depolama başlangıcında %34.87 olan kuru madde miktarı depolamanın sonunda NA'de %37.28, KA'de ise %40.22 olarak belirlenmiştir. SÇKM miktarı depo başlangıcında 37.54 °Briks değerinden, NA'de 32.93 °Briks değerine düşerken, KA'de 39.25 °Briks değerine ulaşmıştır. NA'de ve KA'de acılık oranı %8 ve %15 düzeyinde artmıştır. Bu sonuçlara göre araştırmacılar, KA'de depolamanın kuru madde miktarı, SÇKM miktarı ve ağırlık kaybı üzerinde NA'e göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

2.3.2 Sarımsakların modifiye atmosferde (MA) depolanması

Modifiye atmosfer paketlemede (MAP) atmosferik değişim “pasif” ve “aktif” olarak iki şekilde sağlanmaktadır. Pasif MA'de, denge gaz bileşiminin ayarlanması ve sağlanması yavaş ve zordur. Buna karşın aktif MA'de denge gaz bileşimi daha hızlı ve kısa bir sürede ayarlanmaktadır (Floros 1990). Kapalı ortamda (depo veya ambalaj) istenen gaz bileşiminin oluşturulması ya gazın içeriye enjekte edilmesi ya da gaz absorbanlarından ve gaz üreticilerinden yararlanılması yolu ile yapılmaktadır (Kader vd. 1989). Pasif MA'de ortam içi gaz bileşimi ve değişim hızı, ürünün solunum hızı ile ambalaj materyalinin gaz geçirgenlik özelliklerine bağlıdır. Bu sebeple ambalaj materyali seçimi son derece önem teşkil etmektedir. Yararlanılacak ambalaj materyali, ürün tarafından tüketilen O₂ ile ambalajdan geçen O₂ arasında ve ürün tarafından üretilen CO₂ ile ambalajdan dış ortama geçen CO₂ arasında dengeyi sağlamalıdır (Zagory ve Kader 1989, Kader vd. 1989, Döş ve Ayhan 2003). Depolamayı kısıtlayan faktörlerin başında gelen su kaybının da önlenmesi için ambalaj materyali belli bir su buharı geçirgenliğine sahip olmalıdır. Doğru ambalaj materyali seçilen ürünlerde solunum hızı ile gaz bileşimi arasında bir denge oluşur ve solunum yavaşlar. Bu dengenin sürdürülmesi ile raf ömrü de uzamaktadır.

Modifiye atmosferde paketlemede yoğun olarak, düşük yoğunluklu polietilen (DYPE), yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), polipropilen (PP), polivinil klorür (PVC), polietilen teraftalat (PET), poliamid (PA) gibi farklı gaz geçirgenliklerine sahip filmler kullanılmaktadır. Son yıllarda bu paketlere ek olarak polisakkarit, lipit, protein ve reçinenin yanı sıra sebze ve meyve pürelerinden elde edilen teknik özelliklere sahip filmler de kullanım alanı bulmuştur. Bu sayede ambalaj malzemelerinin çevreye zararlı etkileri azaltılmakta, sebze ve meyve atıkları değerlendirilebilmekte ve ambalaj maliyeti düşürülebilmektedir (Rojas-Grau vd. 2007, Bourtoom 2008). Ayrıca, nanoteknolojinin modifiye atmosferde depolamaya uygun paket malzemelerinin yapımında da kullanımı artmıştır.

MAP’de farklı gaz ve su buharı geçirgenliğine sahip ambalaj materyalleri karışım halinde de kullanılmaktadır. Son zamanlarda PET, PA ve PP karışımlarının kullanımı, dayanıklı, sert, düşük su buharı ve gaz geçirgenliğine sahip olması nedeni ile yaygınlaşmıştır.

Kang ve Lee (1999), 2°C sıcaklıkta 5 ay süre ile oda koşullarında depolanan sarımsak başlarını dişlerine ayırdıktan sonra, kabuklarını soyarak 3 farklı gaz geçirgenliğine sahip (PD941, PD961 ve PD900) polyolefin filmle paketlenmiştir. Paketlerdeki başlangıç gaz bileşimi %20 O₂ ve %0 CO₂ olarak belirlenmiştir. Paketler 5°C’de 30 gün süre ile depolanmıştır. PD900 ve PD961 paketlerde O₂ oranı depolama sonunda %0’a düşerken, PD941’de ise %4.5 düzeyinde kalmıştır. CO₂ oranı 28. günde PD941’de %5, PD961’de %7 ve PD900’de %24 olarak tespit edilmiştir. Buna göre PD941’in geçirgenliğinin daha düşük olduğu görülmüştür. Her 3 ambalaj tipi de ağırlık kaybını azaltma yönünden etkili olmuş, en yüksek ağırlık kaybı ise %1 düzeyinde kalmıştır. PD900 tipi ambalajlar, rengin korunması, filizlenme ve köklenmenin engellenmesi ile kahverengi benek ve bozulma oranı yönünden daha başarılı bulunmuştur. Araştırmacılar, bu çalışma ile PD900 polyolefin paketin sarımsak için önerilen (%3 O₂ ve en fazla %15-20 CO₂) gaz konsantrasyonlarında depolanabilmesi için uygun bir paket tipi olduğunu, depolama süresince paket içerisinde oksijensiz solunuma bağlı olarak herhangi bir zararlanma ve alkolleşmeye dayalı tat kaybının da olmadığını belirtmişlerdir.

Park (1999) tarafından Namdo çeşidi sarımsak başları -2 ve -3°C sıcaklıkta 8 ay süre ile depolanıp, bu sürenin sonunda başlardan dişleri ayırıp, kabuklarını soyduktan sonra 150, 300 ve 400 g'lık (50 µm kalınlıkta) DYPE paketlerde 0, 10 ve oda sıcaklığında (18-23°C) 15 gün süre ile depolanmıştır. Raf ömrünü belirlemek amacıyla depolama sonrasında paketli sarımsaklar açılarak plastik kaplarda 7°C sıcaklıkta 7 gün süre ile tutulmuş ve örneklerde dış ve iç yaprak oluşumu, köklenme ve filizlenme oranı, O₂ ve CO₂ miktarı, ağırlık kaybı, beneklenme ve çürüme oranı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, 400g'lık DYPE paket dışındaki tüm paketlerde düşük sıcaklıkta O₂ seviyesi düzenli olarak artışa geçerken CO₂ seviyesi düşük düzeyde kalmıştır. 0°C'de 400 gramlık paketlerde oda koşullarında depolanan sarımsaklarda, paket içi O₂ oranı %2 iken CO₂ oranının %30'a kadar çıktığı tespit edilmiştir. 0°C'de DYPE paketlerde depolanan sarımsaklarda filizlenme oranı, iç yaprak gelişimi ve köklenmenin engellendiği, ancak sıcaklığın artması ile arttığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, MAP kullanımının kahverengi beneklenmeyi azalttığını ancak depolamanın ilerlemesi ile bozulma eğilimini artırabileceğini de vurgulamışlardır. Raf ömrü açısından da 0°C'de depolamanın bozulma ve beneklenmeyi geciktirmede oldukça etkili olduğu belirtilmiştir.

Farklı paket materyallerinin depolama süresince filizlenme, köklenme, ağırlık kaybı, kahverengi beneklenme ve bozulma üzerine etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada, hasat sonrası -2°C'de 5 ay süre ile depolanan sarımsak başları, diş ayırma ve soyum sonrası deliksiz ve 0.6 mm çapında 6 delikli PD961 ve SM60 polyolefin paketler kullanılarak 5°C ve 20°C'de % 33 ON'de 30 gün süre ile depolanmıştır. Depolama sonunda, en düşük filizlenme oranı SM60 pakette saptanmış olup köklenmenin ise görülmediği bildirilmiştir. Ağırlık kaybı değerlerinde %1'lik kayıp ile en etkili paketin deliksiz PD961 olduğu, SM60 pakette ise ağırlık kaybının en yüksek değere (%14.04) ulaştığı saptanmıştır. PD961 deliksiz paketlerde depolanan sarımsak dişlerinde %3.5 oranında kahverengi beneklenme görülmüş, bozulma oranı ise %0 olarak belirlenmiştir (Lee vd. 2000).

Soares vd. (2002), düşük seviyede işlem görmüş sarımsak dişlerinde PVC ve DYPE ambalaj filmleri ile kaplamanın depolama süresince sarımsak kalitesine etkisini

incelemişlerdir. Bu amaçla %0.01 O₂ ve %13.5 CO₂ gaz bileşimi içeren PVC ve DYPE filmler ile kaplanan sarımsak dişleri oda sıcaklığında (25±2°C) 14 gün süre ile depolanmıştır. Depolamanın sonunda, %5'lik ağırlık kaybı, renk değişimi ve fungal gelişimi engellemesi ile en etkili sonuçların PVC filmde alındığı bildirilmiştir.

Bahnasawy ve Dabee (2005), Baladi çeşidi sarımsak başlarını çaplarına göre küçük (< 2 cm), orta (2-4 cm) ve büyük (> 4 cm) olarak sınıflandırdıktan sonra, plastik ve karton pakette 8-10°C ve % 65-70 ON'de, 21-36°C ve % 23-45 ON'de (soğutucusuz depo) koşullarında 168 gün süre ile depolamışlardır. Kontrol olarak depoya konan sarımsak başlarının üzeri plastik örtü ile örtülmüştür. Ağırlık kaybı değerleri dikkate alınarak 8-10°C'deki denemeler 4 ay sonunda bitirilmiştir. Diğer uygulamalarda ise sarımsaklar 6 aya kadar muhafaza edilebilmiştir. En düşük ağırlık kaybı (%9.1) değeri soğutucusuz depo koşullarında sınıflandırma yapmadan saklanan sarımsaklardan elde edilmiştir. Baş iriliği de muhafaza süresini etkilemiştir. Genellikle ağırlık kaybı tüm depo şekillerinde karton paketlerde depolanan küçük boy başlarda daha düşük düzeyde bulunmuştur. Aynı çalışmada sarımsakların kimyasal bileşimi de incelenmiş, farklı depo koşulları, paket materyalleri ve sınıflandırmanın sarımsakta protein, yağ, kül, lif ve karbonhidrat miktarları üzerine etkisinin belirgin olmadığı bildirilmiştir.

Küşümler vd. (2006) tarafından soyulmuş sarımsak dişleri MA'de depolanması için 2 farklı paket (50µ DYPE ve 20/70µ PA/PE) ve gaz bileşimi (%5 O₂ + %5 CO₂ + %90 N₂ ve %25 CO₂ + %75 N₂) kullanılarak 5±0.5°C ve % 50 ON'de 30 gün süre ile depolanmıştır. Depolamanın sonunda %5 O₂ + %5 CO₂ + %90 N₂ içeren DYPE paketlerde O₂ düşüşü ve CO₂ artışı saptanmıştır. Bununla birlikte %25 CO₂ + %75 N₂ içeren DYPE paket materyali, CO₂ korunmasında başarı sağlamıştır. Araştırma sonucunda, en düşük ağırlık kaybı (%1) ile en yüksek L (%86) ve a* değeri ile DYPE+ %25 CO₂ + %75 N₂ konsantrasyonuna sahip paketler renk korunmasında etkili bulunmuştur. Buna karşılık filizlenme (%5) ve bozulma oranı (%4.5) yönünden PA/PE + %25 CO₂ + %75 N₂ konsantrasyonuna sahip paketler daha başarılı bulunmuştur.

Torun (2015) yaptığı çalışmada soyulmuş sarımsak dişlerinde yenilebilir film ile kaplama, ışınlama ve ambalajlamanın raf ömrüne etkisini araştırmıştır. Bu amaçla

sarımsakların bir kısmı, süt proteini ve zein bazlı yenilebilir filmler ile kaplandıktan sonra 20, 40 ve 80 Gy dozlarında gama ışınına maruz bırakılmış ve 15°C’de ve % 40±5 ON’de 45 gün süre ile depolanmıştır. Sarımsak dişlerinin diğer kısmı ise 80 µm kalınlığında PE/PA (65/15 µm) üst film ile kaplanan PVC/EVOH/PE lamine tabaklar içerisine 100’er gram olarak yerleştirilmiş ve vakum altında farklı gaz bileşimleri (%5 CO₂+ %1 O₂+ %94 N₂, %15 CO₂+ %1 O₂+ %84 N₂ ve %25 CO₂+ %1 O₂+ %74 N₂) ile depolanmıştır. Üst film ile kaplanmayan diğer kısım da 80 Gy dozda ışın uygulanarak aynı koşullarda (15°C’de ve % 40±5 ON’de) 30 gün süre ile depolanmıştır. Bu araştırmada raf ömrü süresince kalite özelliklerini belirlemek için ağırlık kaybı, SÇKM miktarı, renk, sertlik, toplam şeker miktarı, pirüvik asit miktarı, allisin miktarı ve aroma analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda, ağırlık kaybını engellemede ve sertlik korunmasında en etkili uygulamalar süt proteini ve zein bazlı kaplama ile 80 Gy dozda ışın uygulaması olurken, ambalaj içi farklı gaz bileşimlerinin etkisi belirsiz olmuştur. SÇKM miktarı üzerinde tüm uygulamaların önemli etki göstermediği belirtilmiştir. Toplam şeker miktarının korunduğu en etkili uygulamalar ise süt proteini ile kaplama ve %5 CO₂+ %1 O₂+ %94 N₂ gaz bileşiminde paketlenme olduğu bildirilmiştir. Pirüvik asit miktarının tüm uygulamalarda artış gösterdiği, allisin miktarında ise en az düşüşe ambalajlanarak 40 Gy dozda ışın uygulamasında ve süt proteini ile kaplama uygulamasında saptanmıştır. Aroma maddelerinin korunmasında en başarılı uygulamaların ise, zein ile kaplanarak 40 Gy dozda ışın uygulaması ve süt proteini ile kaplanarak 80 Gy dozda ışın uygulaması olduğu belirtilmiştir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 2012 ve 2013 yıllarında, baş ve soyulmuş diş halindeki sarımsaklarda sıcaklık ve metil jasmonat uygulamalarının muhafaza süresine ve bu süre içerisinde biyokimyasal değişimlere etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Depolama çalışmaları Kastamonu ili Taşköprü İlçesinde üreticiye ait soğutmasız depo ile Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait mekanik soğutmalı ve soğutmasız depolarda yürütülmüştür. Biyokimyasal analizler için Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Derim Sonrası Fizyolojisi ve Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi laboratuvarları, soyulmuş sarımsakların MA'de paketlenmesinde ise Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Teknolojisi laboratuvarı olanaklarından yararlanılmıştır.

3.1 Materyal

Araştırmada kullanılan sarımsak başları Kastamonu ili Taşköprü İlçesindeki Yukarı Çayırçık Köyündeki bir üreticiden temin edilmiştir. Taşköprü sarımsağı, pembe beyaz kabuklu, 45-55 mm baş çapı, 10-25 gram baş ağırlığı ve 35-40 mm baş yüksekliğine sahiptir. Bir başta 10-12 adet diş bulunmakta, diş boyu 20-25 mm ve diş ağırlığı 2-4 gram arasında değişim göstermektedir.

Baş ve soyulmuş sarımsakların muhafaza ömrünü artırabilmek amacıyla metil jasmonat (MJ) (Sigma 39924-52-2) solüsyon halinde (3-Oxo-2-(2-pentenyl) cyclopentaneacetic acid, methyl ester, Methyl 3-oxo-2-(2-pentenyl) cyclopentaneacetate) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan MJ, %95 saflık, 224,30 g/mol ağırlık, 25°C sıcaklıkta 1.03 g/mL yoğunlukta ve 110°C'lik kaynama noktasına sahiptir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Sarımsakların hasadı ve olgunlaştırılması

Araştırmada kullanılan sarımsaklar 2012 yılında 15/08/2012, 2013 yılında ise 19/08/2013 tarihinde hasat edilmiş ve 10-12 gün süreyle tarla koşullarında kürlendikten sonra üreticiye ait depoya getirilmiştir (Şekil 3.1). Burada sarımsak başları kalibrasyon cihazı kullanılarak (Şekil 3.2) sınıflandırılmış ve denemelerde üreticiler tarafından büyük boy olarak adlandırılan 45-55 mm çapındaki başlar seçilmiştir.



Şekil 3.1 Üretici deposuna getirilen sarımsak başları



Şekil 3.2 Sarımsak kalibrasyon cihazı

Sarımsak başlarının bir bölümü (126 kg) üretici deposundaki denemeler için, bir bölümü (350 kg) de Ankara'daki denemeler için ayrılmıştır (Şekil 3.3).



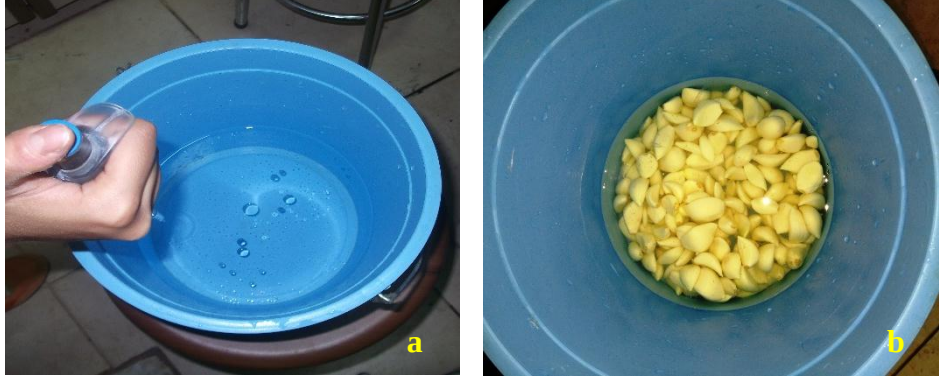
Şekil 3.3 Depolama için ayrılan sarımsak başları
a. üretici deposu, b. Ankara'daki ambalaj salonu

3.2.2 Metil jasmonat (MJ) uygulamaları

Sarımsaklarda MJ uygulamalarının baş halinde ve soyulmuş olarak depolanan sarımsaklarda depolanabilme süresine ve bu süreçteki biyokimyasal değişikliklere etkisini belirlemek amacıyla sarımsak başları ile soyulmuş dişlere 10^{-3} M MJ ve 10^{-5} M MJ'lık dozları daldırma yöntemi ile uygulanmıştır. Dozların seçiminde MJ uygulamasına ilişkin araştırma sonuçları dikkate alınmıştır (Wang 1998, Cantwell vd. 2003a). Bu amaçla $2.17 \mu\text{l/L}$ (10^{-5} M) ve $217 \mu\text{l/L}$ (10^{-3} M) MJ katılmış çözeltilere sarımsak başları ve soyulmuş sarımsak dişleri daldırılarak 3 dakika bekletilmiştir (Şekil 3.4 ve 3.5).



Şekil 3.4 Sarımsak başlarına MJ uygulamalarının yapılışı a. çözelti hazırlanışı, b. üretici deposunda uygulamanın yapılışı, c. Ankara'da laboratuvarında uygulamanın yapılışı



Şekil 3.5 Sarımsak dişlerine MJ uygulamalarının yapılışı

a. çözeltilerin hazırlanışı, b. uygulamanın yapılışı

Uygulama sonrası sarımsak baş ve dişleri kaba filtre kâğıtları (40x40 cm) üzerine serilerek $25\pm3^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\% 31\pm5$ oransal nemde (laboratuvar koşullarında) 3 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Metil jasmonat uygulaması yapılan baş ve dişlerin kurutulması

3.2.3 Sarımsak baş ve dişlerinin depolanması

Araştırmada kullanılan sarımsaklar, baş ve soyulmuş diş halinde depolama çalışmalarına alınmıştır. Bu amaçla tek yıl için 114 kg sarımsak başı ve 220 kg sarımsak dişi Kastamonu ili Taşköprü ilçesinde üretici koşullarında ve bölümümüze ait soğutmasız depo koşullarında 6 ay (Ekim-Mart) süre ile depolanmıştır (Şekil 3.7). Bu depoların sıcaklık ve oransal nem değerleri her iki deneme yılında da kaydedilmiştir.

Depo sıcaklığı ve neminin aylara göre değişimi çizelge 3.1’de verilmiştir. Buna göre depoların ortalama sıcaklık ve oransal nem değerleri Ankara koşullarında 12°C ve %54, Taşköprü koşullarında ise 9°C ve %57 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3.1).



Şekil 3.7 Soğutucusuz depolarda depolanan sarımsak başları a. Taşköprü, b. Ankara

Çizelge 3.1 Ankara ve Kastamonu/Taşköprü’deki adi depolardaki aylık sıcaklık ve nem değerleri

Depolama Dönemi (Ay)	2012				2013			
	Ankara		Kastamonu/Taşköprü		Ankara		Kastamonu/Taşköprü	
	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Nem (%)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Nem (%)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Nem (%)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Nem (%)
Ekim	17.0	65	18.5	69	14.9	45	16.0	77
Kasım	11.4	53	10.6	61	16.3	49	11.0	57
Aralık	7.0	59	9.4	50	13.5	61	12.4	64
Ocak	6.0	53	-1.0	41	6.7	51	0.0	38
Şubat	9.0	58	2.4	48	13.2	47	4.3	50
Mart	16.0	64	10.6	55	14.9	45	10.0	77

Soyulmuş ve MJ uygulaması yapılmış sarımsak dişleri kurutulduktan sonra her bir uygulama ve tekerrür için 500’er gramlık 17x12x6 cm boyutunda ve 550 mikron kalınlığındaki PP tabaklara yerleştirilmiştir. Daha sonra Reepack marka Reetray 25 model (6 bar kuru hava basıncı, 2-6 bar koruyucu gaz basıncı, 220 kg ağırlık) tabak kaynak makinesi (Apack Ambalaj Makine Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, İstanbul, Türkiye) (Şekil 3.8.a) kullanılarak her bir pakette %1 O₂+ %10 CO₂+ %89 N₂ gaz

karışımı olacak şekilde vakumla paketlenme işlemi yapılmıştır. Gaz bileşiminin belirlenmesinde Kang ve Hong (2001) ile Cantwell vd. (2003a)'ün yaptığı araştırma sonuçları dikkate alınmıştır. Gaz karışımı Oksan Gaz A.Ş. firmasından (Ankara, Türkiye) 50 L'lik tüp içerisinde hazır olarak temin edilmiş, istenilen atmosfer bileşimi verilmeden önce paketler içerisindeki hava vakum uygulanarak alınmıştır. Paketlerin üstleri 88 µm kalınlığındaki polietilen teraftalat/poliamid/polipropilenden (PET/PA/PP) oluşan çok katlı filmle 124°C'de 3 saniye süre tutularak kapatılmıştır (Şekil 3.8.b ve 3.8.c). Kaplama materyalinin O₂ geçirgenliği 22 cc/m²/gün (24°C), CO₂ geçirgenliği 95 cc/m²/gün (24 °C) ve su buharı geçirgenliği <1 g/m².atm/sıcaklık (24°C)'dir.



Şekil 3.8.a. Tabak kaynak makinesi, b. PET/PA/PE karışımından oluşan üst filmle paketlenmiş sarımsaklar, c. Paketlenen sarımsakların görünümü

MA’de paketlenmiş ve kontrol olarak açıkta plastik tabaklara (180 mm boyutunda polistren) konmuş sarımsak dişleri, sıcaklığı 0 ve 5°C, ON’i % 60-70 olan mekanik soğutmalı depolara konulmuştur (Şekil 3.9). Soğuk hava depolarında, yüksek oransal nemi sarımsaklara uygun oransal neme düşürmek için Startest firmasından (Ankara, Türkiye) temin edilen günlük 24 L kapasiteli, silika jel motorlu Trotec marka oda tipi nem çekme cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.9 Mekanik soğutmalı depoda sarımsakların görünümü

Plastik tabaklara konularak depolanması hedeflenen soyulmuş sarımsak dişleri her iki sıcaklık (0 ve 5°C) düzeyinde de 1. ayın sonunda (Şekil 3.10) patojen aktivitesi hızla artmış ve 2. ayda küf yoğunluğu sebebiyle örnekler deneme dışı bırakılmıştır.



Şekil 3.10 Plastik tabaklarda; a. 0°C sıcaklıkta, b. 5°C sıcaklıkta muhafaza edilen sarımsak dişlerinin 1. ayın sonundaki görünümü

3.2.4 Raf ömrü denemeleri

500'er gramlık MA paket ve 500 gramlık plastik tabaklara konulan sarımsak dişleri 6 ay süresince aylık aralıklarla soğutucu depodan çıkarılarak oda sıcaklığında ($20\pm1^{\circ}\text{C}$) 7 gün süreyle raf ömrü denemelerine alınmıştır.

3.2.5 Yapılan ölçüm ve analizler

Depolama öncesi (0.gün) ve 6 aylık depolama süresince aylık aralıklarla başlarda ve soyulmuş dişlerde aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler yapılmıştır.

3.2.5.1 Ağırlık kaybı

Sarımsaklarda 6 ay süresince her ay, her bir uygulama ve tekrür için 1'er paket olmak üzere toplam 222 pakette ağırlık kaybı belirlenmiştir. Ağırlık kayıplarının ölçümünde Mettler Toledo marka 0.01 g duyarlılıktaki dijital terazi kullanılmış, ağırlık kaybı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = \frac{m_i - m_s}{m_i} \times 100$$

m_i : sarımsak örneklerinin ilk ağırlığı, g

m_s : depolama sonrası sarımsak örneklerinin son ağırlığı, g

3.2.5.2 Solunum hızı

Solunum hızı, sarımsak dişlerinin solunum sırasında dışarıya verdiği CO_2 miktarının ölçülmesine dayalı olarak kapalı atmosfer yöntemine göre kısmen modifiye edilerek belirlenmiştir (Halloran vd. 2000). Bu amaçla 3 litre hacmindeki kavanozlarda kapalı olarak 1 saat süresince bekletilen sarımsak dişlerinin kavanoz ortamına verdiği CO_2 düzeyi % olarak Servomex marka CO_2 analizatörü ile okunmuş, diş hacmi ve ağırlığı da göz önüne alınarak solunum hızı değerleri $\text{ml.CO}_2/\text{kg h}$ cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{Solunum hızı (ml.CO}_2\text{/kgh)} = \frac{(\text{V}_k - \text{V}_\ddot{u}) \times \% \text{CO}_2 \times 10}{\text{G} \times \text{t}}$$

V_k : Kavanoz hacmi (L)
 $\text{V}_\ddot{u}$: Ürün hacmi (L)
 $\% \text{CO}_2$: Ürünün çıkarmış olduğu karbondioksit miktarı
 G : Ürün ağırlığı (kg)
 t : Zaman (saat)

3.2.5.3 Diş rengi

Sarımsak diş rengi, her tekerrürde 10 adet sarımsak kullanılarak CR-200 Minolta marka renk ölçer ile L (L=0 siyah ve L=100 beyaz), a^* (kırmızılık-yeşillik) ve b^* (sarılık-mavilik) cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar açı değeri ($^\circ$) ($\tan^{-1} (b^*/a^*)$) (renk tonu) ve kroma ($\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$) değerleri (renk yoğunluğu) cinsinden hesaplanmıştır (McGuire 1992).

3.2.5.4 Diş sertliği

Diş sertliği TA-XT Plus marka tekstür analizatörü ile belirlenmiştir. Bu amaçla 3 mm'lik prob kullanılmış ve dişlere delme testi yapılmıştır. Test sırasında prob hızı 1 mm/sn, probun dişe giriş derinliği 5 mm, ölçüm kayıt kuvveti 20 gram olarak ayarlanmış olup sarımsakların sertlik değerleri Newton (N) cinsinden hesaplanmıştır (Bayat ve Rezvani 2010).

3.2.5.5 Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı

SÇKM analizi, katı meyve sıkacağından geçirilmiş sarımsak dişlerinin suyunda yapılmıştır. Sarımsak suyu kaba filtre kâğıdından süzülerek ön filtrasyona tabi tutulmuş, alınan örneklerde dijital masa tipi refraktometre (Leica) ile SÇKM hesaplanmış ve sonuçlar yüzde (%) olarak verilmiştir (AOAC 1990).

3.2.5.6 Titre edilebilir asitlik miktarı

Sarımsakların sıkılması yolu ile elde edilen diş sularından alınan 5 ml'lik örnek 50 ml saf su ile seyreltildikten sonra DL 50 Mettler Toledo marka otomatik titratörde 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilmiş ve titre edilebilir asitlik miktarı yüzde (%) sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim, 2016).

3.2.5.7 Antioksidan aktivite

Antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde Brand-Williams vd. (1995) ve Zor (2006)'un kullandığı yöntemden yararlanılmıştır. Bu amaçla soyulmuş sarımsak dişlerinden 10 g alınarak üzerine 25 ml saf su ilave edilmiş ve sonrasında 2 dakika süre ile homojenizatörde (Janke ve Kunkel IKA- Labortechnik Ultra-turrax T25 marka) homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım oda sıcaklığında 30 dakika süre ile bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında, karışım 4°C'de 10.000 devirde (Sigma 3K30 marka) 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş, santrifüj sonrası alınan üstte kalan sıvı kısım (süpernatant) tekrar aynı sıcaklıkta ve devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlemler sonrasında elde edilen sarımsak ekstraktı antioksidan aktivite belirlemede kullanılmıştır.

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde, daha önceden hazırlanan sarımsak ekstraktı (300 µl) üzerine metanol:su (70:30) çözeltisi ile hazırlanan 6×10^{-5} M DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil, Sigma, D9132) karışımından 3600 µl eklenmiştir. Kontrol örneği olarak sarımsak ekstraktı yerine aynı miktarda (300 µl) distile su kullanılmıştır. Hazırlanan karışım ve su (kontrol) ayrı ayrı vortekste karıştırıldıktan sonra karanlık bir ortamda 25°C sıcaklıkta 60 dakika süre ile bekletilmiştir. Örneklerin absorbans değerlerindeki değişimler, şahit olarak metanolün kullanıldığı Shimadzu UV spektrofotometrede 517 nm'de ölçülmüştür. DPPH radikalinin (%) inhibisyonu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \frac{\text{Şahidin absorbans değeri} - \text{Örneğin absorbans değeri}}{\text{Şahidin absorbans değeri}} \times 100$$

3.2.5.8 C vitamini (L-askorbik asit) kapsamı

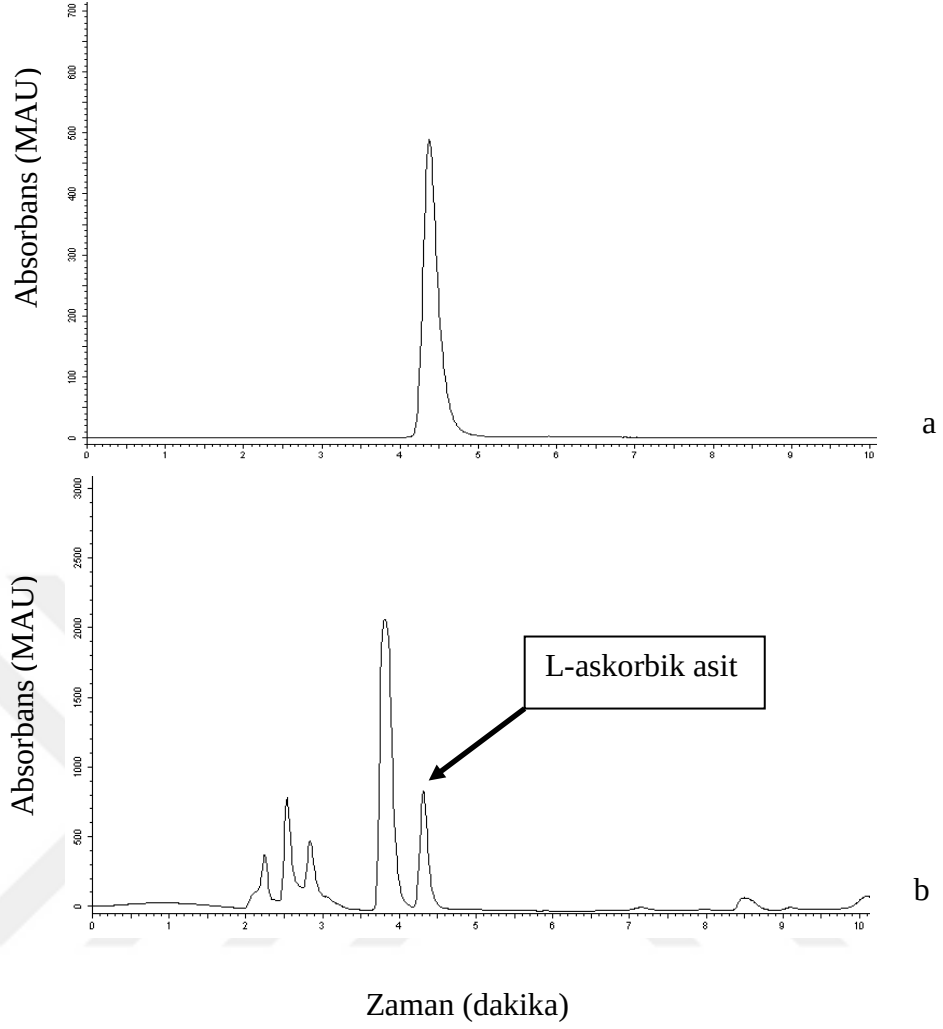
Baş ve soyulmuş dişler halinde depolanan sarımsaklarda L-askorbik asit kapsamı, Casado vd. (2004)'ün yöntemine göre kısmen modifiye edilerek belirlenmiştir. Bu yöntemle yaklaşık 5 gramlık örnek üzerine 20 ml metafosforik asit (Merck marka) (%6) çözeltisi eklenmiş ve homojenizatörde (Janke ve Kunkel IKA- Labortechnik Ultraturrax T25 marka) 20 saniye süreyle 24.000 devirde homojenize edilmiştir. Daha sonra homojen örnek alınarak 14.000 devirde 1°C sıcaklıkta 15 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Bu işlem sonrası üst süzüntüden alınan örnek, 0.45 µm delik çapındaki HVLP (AIM) membran filtreden geçirildikten sonra amber renkli vialde toplanmış ve yüksek basınçlı sıvı kromatografisine (Shimadzu LC 10 AT VP) (HPLC) enjekte edilmiştir.

Sarımsak örneklerinde L-askorbik asit kapsamının belirlenmesi için çizelge 3.2'de verilen şartlar uygulanmıştır.

Çizelge 3.2 HPLC'de L-askorbik asit kapsamı için uygulanan çalışma koşulları

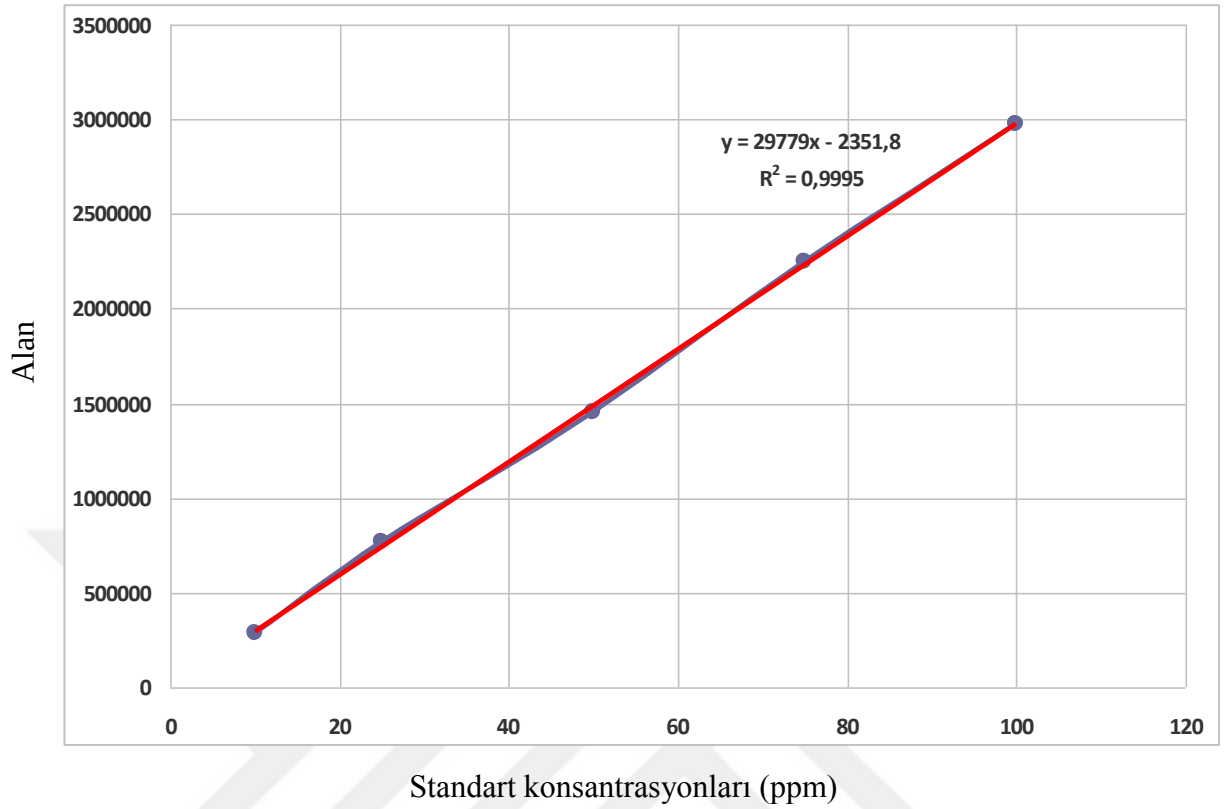
Model	Shimadzu LC 10 AT VP
Kolon	Phenomenex Luna C ₁₈ (5 µm 250 x 4,6mm)
Mobil Faz	A: Su (pH'sı fosforik asitle 2.3'e ayarlanmış)
Akış hızı	1ml/dakika
Dedektör dalga boyu	264 nm (DAD)
Kolon sıcaklığı	25 °C
Enjeksiyon miktarı	10µl

HPLC'de elde edilen L-askorbik asit standardına ait kromatogram şekil 3.11.a'da verilmiştir. Sarımsak örneklerine ait olan pikler ise standart pikin alıkonulma zamanı ve spektrumuna bakılarak saptanmıştır (Şekil 3.11.b).



Şekil 3.11 a. L-askorbik asit standardı, b. sarımsak örneğine ait kromatogram

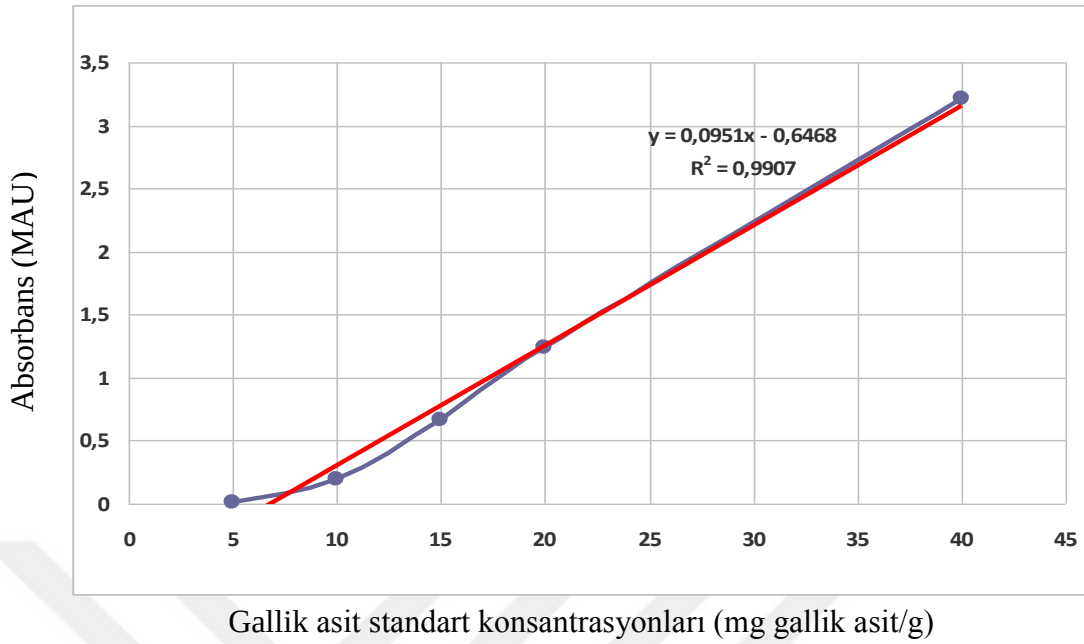
HPLC'den elde edilen pikler farklı konsantrasyonda (10, 25, 50, 75 ve 100 ppm) hazırlanan L-askorbik asit (Sigma A5960) standardı ile karşılaştırılarak miktar belirlmeleri yapılmıştır. L-askorbik asit kapsamları ise, L-askorbik asit standardı kullanılarak çizilen kalibrasyon kurvelerinden elde edilen denklemler kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Farklı L-askorbik asit konsantrasyonları için çizilen kalibrasyon eğrisi

3.2.5.9 Toplam fenolik madde

Brand-Williams vd. (1995) ve Zor (2006)'ya göre ekstrakte edilen sarımsakların toplam fenolik maddesi Lu vd. (2011)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 0.1 ml sarımsak ekstraktına 0.75 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi eklendikten sonra 10 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra örnekler alınarak üzerine %2 'lik Na_2CO_3 çözeltisinden 0,75 ml eklenmiş ve karanlıkta 45 dakika süre ile tutulmuştur. Bu işlem sonrasında örnekler, plastik küvetlere alınmış ve şahit olarak da saf su kullanılarak Shimadzu UV spektrofotometrede 765 nm'de okunmuştur. Sonuçlar, şekil 3.13'de sunulan farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit standartlarından yararlanılarak çizilen kalibrasyon kurvelerinden elde edilen denklemler yardımıyla hesaplanmıştır.



Şekil 3.13 Farklı gallik asit konsantrasyonları için çizilen kalibrasyon eğrisi

3.2.5.10 Allisin miktarı

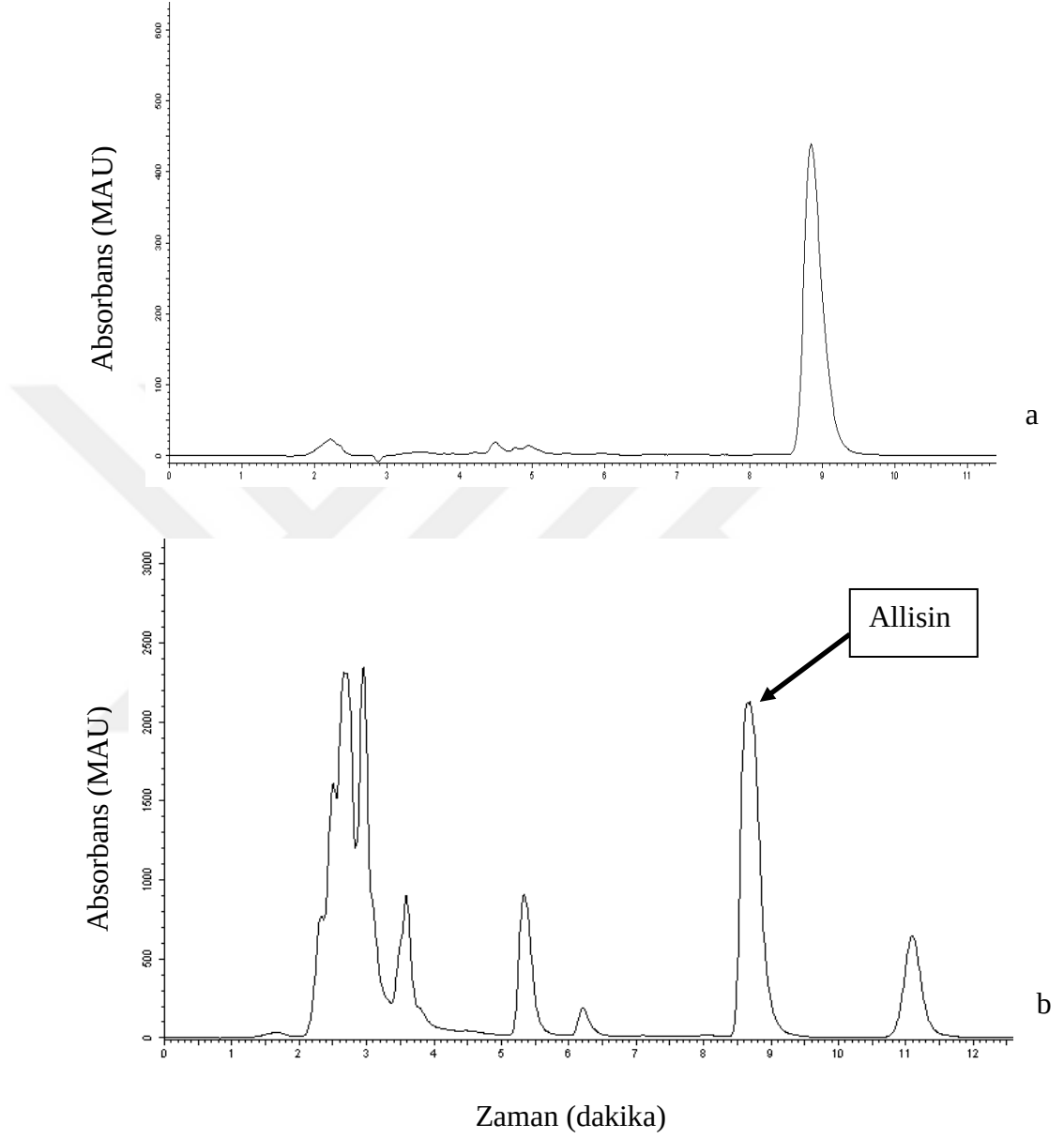
Sarımsaklardaki allisin ekstraksiyonu, Torun (2015) ve Arzanlou ve Bohlooli (2010)'a göre kısmen modifiye edilerek yapılmıştır. Buna göre, -26°C'deki derin dondurucuda saklanan sarımsaklar parçalayıcı yardımıyla püre haline getirilmiştir. Elde edilen püreden 10 gram alınarak üzerine 20 mL saf su ilave edilmiş ve buz konulmuş ultrasonik banyoda 5 dakika süre ile tutulmuştur. Daha sonra enzimatik reaksiyon için 1 dakika karanlık oda koşullarında bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında çökeltmenin önlenmesi amacıyla 10 saniye vorteksleme yapılarak elde edilen karışım, kaba filtre kâğıdından süzöldükten sonra 4°C'de 12.600 devirde 20 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Elde edilen üst süzüntü başka bir santrifüj tüpüne aktarılarak 0.45 µm'lik membran filtreden süzölmüş ve HPLC (Shimadzu-LC 10 AT VP)'ye enjekte edilmiştir. HPLC'de sarımsaklarda allisin miktarının hesaplanması Rybak vd. (2004)'e göre izokratik elusyon yöntemi kullanılarak çizelge 3.3'de verilen HPLC şartları uygulanmıştır.

Çizelge 3.3 HPLC’de allisin miktarı için uygulanan çalışma koşulları

Model	Shimadzu LC 10 AT VP
Kolon	Phenomenex Luna C ₁₈ (250 x 4,6mm, 5 µm)
Mobil Faz	A: Asetonitril (CH ₃ CN)-Su (37,5:63,5; v:v)
Akış hızı	0,6ml/dakika
Dedektör dalga boyu	220 nm (DAD)
Kolon sıcaklığı	30 °C
Enjeksiyon miktarı	10µl

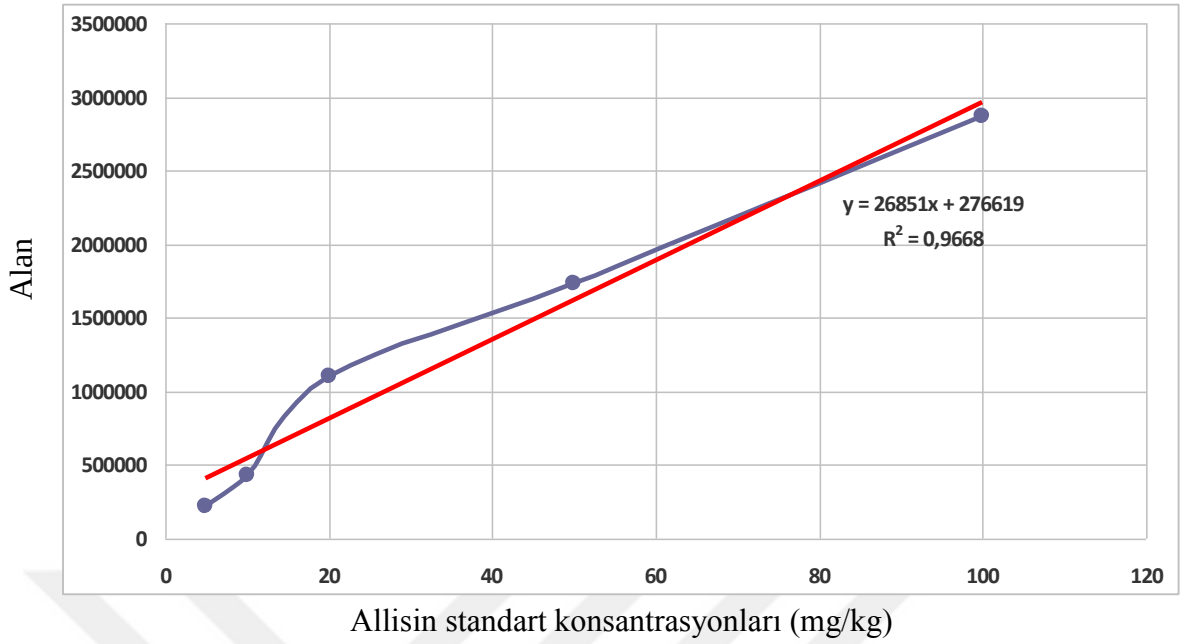
Allisin standardı olarak Dr. Mohsen Arzanlou (Medical Bacteriology, Microbiology Department, School of Medicine, Ardabil University of Medical Sciences, University Street, 56197, Ardabil, IRAN) tarafından ekstrakte edilen ve soğuk zincirde taşınarak laboratuvarımıza getirilen 6.3 mg/ml’lik ana stok allisin çözeltisinden 5-100 µg/ml konsantrasyonları arasında hazırlanan stok çözeltileri kullanılmıştır.

HPLC’de elde edilen allisin standardına ve bu standarda göre belirlenen sarımsak örneklerine ait pikler ve bu piklere ait kromatogramlar şekil 3.14’de verilmiştir.



Şekil 3.14.a.Allisin standardı, b. sarımsak örneğine ait kromatogram

Elde edilen pikler farklı konsantrasyondaki allisin standardı ile karşılaştırılarak allisin miktarı belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Allisin konsantrasyonları için çizilen kalibrasyon eğrisi

3.2.5.11 Deneme deseni ve istatistiksel değerlendirme

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve iki yıl tekrarlı olarak yürütülmüştür. Bu kapsamda soğutmasız depo koşullarında yürütülen denemelerde toplam 228 kg baş kullanılmıştır. 6 ay süresince aylık aralarla yapılan analizlerde her bir uygulama ve tekerrür için 2'şer kg baş değerlendirilmiştir. Soğutmalı depolarda ve raf ömrü denemeleri için toplam 444'er paket (222'şer kg) ve 444'er tabak (222'şer kg) kullanılmıştır. 6 ay süresince aylık aralarla yapılan analizlerde her bir uygulama ve tekerrür için soğuk depo ve raf ömrü dahil olmak üzere 36'şar tabak (18'er kg) ve paket (18'er kg) değerlendirilmiştir. Kalite parametrelerinin incelenmesi amacıyla her bir uygulama ve tekerrür için 10'ar adet sarımsak dişi kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde olunan veriler tekerrürlere ait ortalama değer olarak sunulmuştur. Tüm araştırma sonuçları SPSS 22.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, istatistiki olarak $p \leq 0.05$ hata düzeyinde önemli bulunan farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile ortaya konulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Metil Jasmonat Uygulamalarının Soğutmasız Depo Koşullarında Baş Halinde Depolanan Sarımsakların Muhafaza Ömrüne Etkisi

Taşköprü'deki bir üretici deposu ile Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait soğutmasız depolara konulmadan önce metil jasmonatın 10^{-3} M (MJ1) ve 10^{-5} M (MJ2) dozunun uygulandığı sarımsaklarda 6 aylık depolama süresince aylık aralarla yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.1.1 Ağırlık kaybı

Denemenin 1. yılında MJ uygulamalarının Ankara ve Taşköprü'deki soğutmasız depolarda depolanan sarımsakların ağırlık kaybı üzerine etkisi çizelge 4.1 ve şekil 4.1'de verilmiştir. Araştırmanın her iki yılında da yapılan istatistiki değerlendirmede, lokasyonlar arası ve uygulamalar arası fark %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. MJ uygulamaları ağırlık kaybını engellemede daha etkili olmuştur. Ancak denemenin 1. yılında, Ankara'da depolanan sarımsaklarda, kontrol ve MJ1 uygulamaları arasındaki fark depolamanın ilk 2 ayında önemli bulunurken, diğer aylarda önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte Taşköprü'deki depolarda saklanan sarımsaklarda 1, 2 ve 6. ayda doz farkı önemli bulunmuş, diğer aylarda MJ uygulamaları ağırlık kaybını engellemede etkili olmamış, ancak 4. aydan itibaren istatistiki düzeyde önemli olmasa da MJ1 uygulamasının daha etkili olduğu görülmüştür. Denemenin 2. yılında ise her iki lokasyonda da tüm aylarda dozlar arasındaki fark istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Lokasyonlar arasındaki farklılık ise 1. yılda 2, 3, 4 ve 5. aylarda, 2. yılda ise 1, 3 ve 4. aylarda önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
1	0	3.83±0.29 a ¹	2.68±0.12 c	4.36±0.34 a	4.74±0.07 b
	1	3.35±0.75 a	4.78±0.12 a	3.36±0.63 ab	4.92±0.18 a
	2	1.96±0.11 b	3.71±0.46 b	2.07±0.16 b	4.10±0.34 b ¥
2	0	5.00±0.13 a	3.00±0.14 c ¥	5.47±0.28 a	4.85±0.05 b
	1	5.50±0.33 a	5.00±0.06 a ¥	3.53±0.58 b	5.06±0.16 a
	2	3.00±0.32 b	4.00±0.10 b ¥	3.20±0.23 b	4.16±0.27 b
3	0	6.12±0.24 a	4.81±0.33 a	6.57±0.30 a	5.40±0.04 a ¥
	1	5.93±0.10 a	5.83±0.11 a ¥	4.76±0.49 b	5.34±0.01 a
	2	5.59±0.15 a	5.84±0.63 a ¥	3.35±0.23 c	4.79±0.27 b
4	0	7.98±0.66 a	6.89±0.25 a ¥	6.98±0.29 a	5.83±0.12 a ¥
	1	7.66±0.44 a	6.36±0.16 a ¥	4.95±0.46 b	5.61±0.16 a ¥
	2	6.41±0.20 a	6.47±0.27 a	4.69±0.22 b	5.15±0.25 b ¥
5	0	8.15±0.69 a	7.16±0.20 a	7.82±0.20 a	6.07±0.23 a
	1	7.76±0.44 a	6.61±0.09 a ¥	5.13±0.42 b	5.65±0.09 b
	2	6.85±0.14 a	6.76±0.24 a ¥	5.26±0.30 ab	5.74±0.18 b
6	0	8.45±0.75 a	8.18±0.20 a	7.94±0.62 a	7.70±0.02 a
	1	8.09±0.30 a	7.32±0.10 b	5.62±0.45 ab	6.43±0.26 b
	2	7.26±0.15 a	7.64±0.17 ab	5.70±0.10 b	6.02±0.23 b

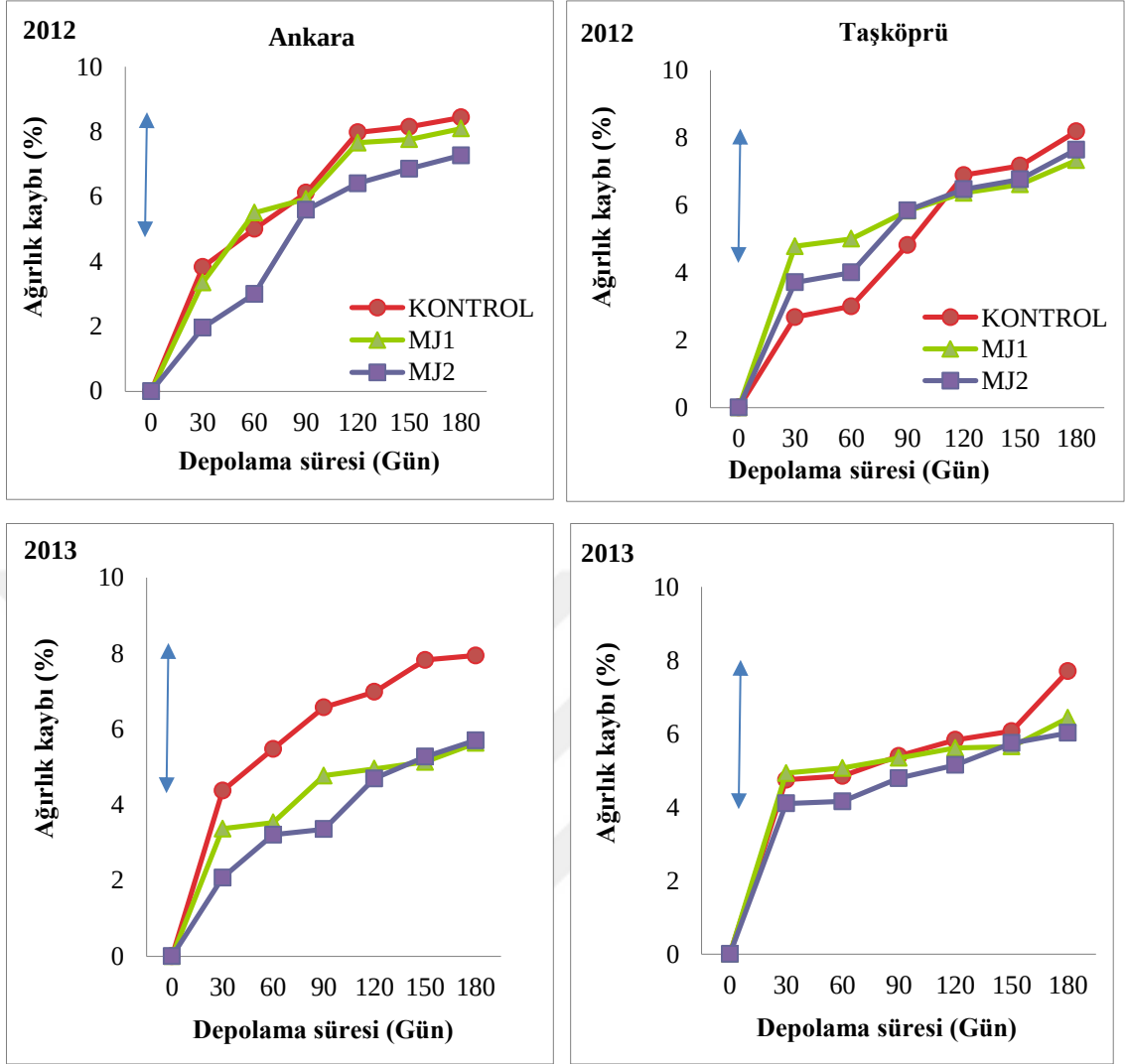
K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

¥: Lokasyon farkı önemlidir (p≤0.05).

Her iki lokasyonda da ağırlık kaybı 6 aylık depolama sonrasında kontrolde %8.45 iken, MJ uygulamalarında %7.67 olmuştur (Şekil 4.1).

Denemenin 2. yılında ağırlık kaybı depolama başlangıcından itibaren ilk 1 ayda Ankara’da %2.07-4.36 arasında değişirken, Taşköprü’de %4.10-4.92 arasında olmuş, 6 aylık depolama sonrasında ise Ankara’da %5.62-7.94, Taşköprü’de %6.02-7.70 oranına ulaşmıştır (Şekil 4.1). Buna göre Ankara koşullarındaki depolamada Taşköprü’ye göre ağırlık kayıpları daha az olmakla birlikte MJ uygulamalarının da ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının ağırlık kaybına (%) etkisi

4.1.2 Solunum hızı

Solunum hızı, denemenin her iki yılında da depolama süresince depo içi sıcaklık değişimine (Çizelge 3.1) bağlı olarak önemli bir değişim göstermiştir. Ancak bu değişim düzenli olmamıştır. İlk yıl ortalama 14.15 ml.CO₂/kgh, 2. yıl 14.02 ml.CO₂/kgh iken depolamanın sonunda 1. yılda 23.28 ml.CO₂/kgh, 2. yılda ise 25.58 ml.CO₂/kgh olmuştur. En yüksek solunum hızı değerleri 6. ayda tespit edilmiş ve Ankara’daki sarımsakların Taşköprü’ye kıyasla solunum hızlarının bir miktar daha fazla olduğu

belirlenmiştir. MJ uygulamaları ise genel olarak kontrol grubuna kıyasla az farkla da olsa etkili olmuştur (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2).

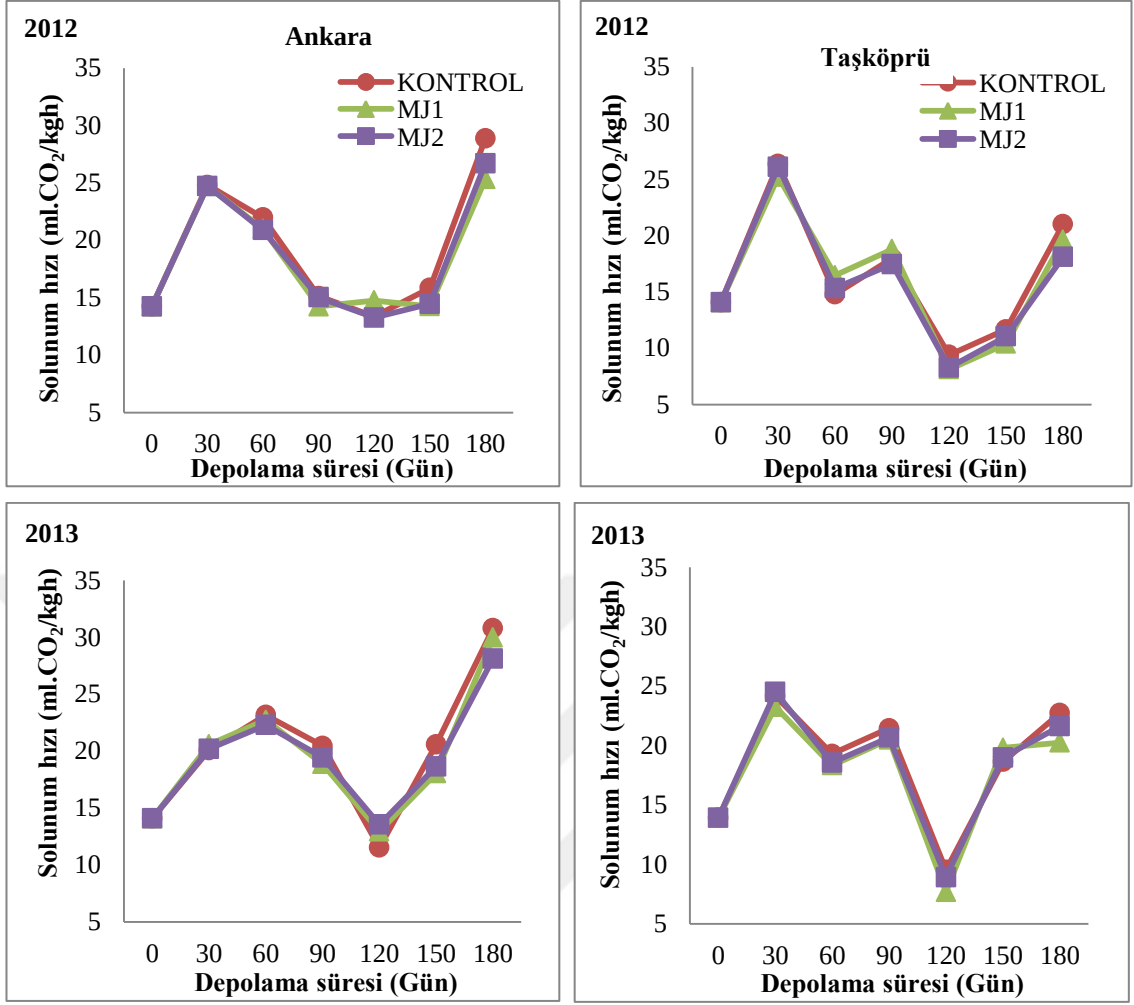
Çizelge 4.2 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda solunum hızına (ml.CO₂/kgh) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	14.23±0.14	14.08±0.14	14.11±0.14	13.93±0.14
1	0	24.81±0.62 a ¹	26.37±0.13 a	20.08±0.77 a	24.17±0.20 a ¥
	1	24.72±0.21 a	25.24±0.40 b	20.58±0.47 a	23.26±0.22 b ¥
	2	24.73±0.31 a	26.11±0.17 a ¥	20.20±0.13 a	24.51±0.39 a ¥
2	0	21.98±0.18 a	14.79±0.52 b ¥	23.17±0.77 a	19.30±0.22 a ¥
	1	20.99±0.14 b	16.48±0.26 a ¥	22.73±0.50 a	18.35±0.22 b ¥
	2	20.89±0.23 a	15.33±0.09 ab ¥	22.29±0.16 a	18.57±0.40 b ¥
3	0	15.14±0.09 a	17.98±0.23 b ¥	20.45±0.61 a	21.46±0.27 a
	1	14.24±0.09 b	18.79±0.06 a ¥	18.87±0.56 b	20.51±0.33 a
	2	15.03±0.32 a	17.47±0.22 b ¥	19.44±0.13 ab	20.68±0.40 a
4	0	13.37±0.44 b	9.41±0.16 a ¥	11.52±0.60 b	9.54±0.28 a ¥
	1	14.76±0.10 a	8.13±0.06 b ¥	12.95±0.55 a	7.69±0.33 b ¥
	2	13.27±0.09 b	8.28±0.16 b ¥	13.55±0.12 a	8.93±0.28 a ¥
5	0	15.85±0.33 a	11.67±0.24 a ¥	20.58±0.60 a	18.64±0.22 b
	1	14.25±0.14 b	10.40±0.11 b ¥	18.05±0.51 b	19.81±0.30 a
	2	14.46±0.13 b	11.05±0.17 a ¥	18.64±0.09 b	19.01±0.29 ab
6	0	28.87±0.11 a	21.02±0.27 a ¥	30.78±0.15 a	22.73±0.54 a ¥
	1	25.33±0.11 b	19.63±0.28 b ¥	29.96±0.27 a	20.26±0.47 b ¥
	2	26.71±0.14 b	18.11±0.11 b ¥	28.11±0.30 b	21.63±0.09 a ¥

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

¥: Lokasyon farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.2 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının solunum hızına (ml.CO₂/kg/h) etkisi

İstatistiki açıdan ise, 1. yılda lokasyon farkı 1. ayda kontrol grubu ve MJ 1 dozu hariç tüm aylarda önemli bulunurken, 2. yılda 3 ve 5. ay dışındaki tüm aylarda önemli bulunmuştur. MJ dozları arasındaki fark değerlendirildiğinde ise 1. yılda Ankara’da 1.ay, 2. yılda ise Ankara’da 1 ve 2. ay, Taşköprü’de 3.ay hariç tüm aylarda istatistiki farklar tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.2).

4.1.3 Diş rengi

4.1.3.1 L (Parlaklık) değeri

Denemenin 1 ve 2. yılında MJ uygulamalarının sarımsakların L değeri üzerine etkisi çizelge 4.3 ve şekil 4.3’de verilmiştir. Denemenin 1. yılında MJ dozları arasındaki farklılıklar Ankara’da 6. ayda, Taşköprü’de ise 5. ve 6. aylarda istatistiki olarak önemli bulunurken, 2. yılda Ankara’da 3. aydan itibaren Taşköprü’de ise 2. aydan itibaren uygulamalar arasında gözlenen farklılıklar önemli olmuştur. Buna göre her iki lokasyonda da MJ uygulamaları kontrole göre parlaklığı korumada özellikle 2. yılda etkili olmuştur. Şekil 4.4 ve 4.5 incelendiğinde de, depolama süresine bağlı olarak sarımsak dişlerindeki parlaklık kaybı izlenebilmektedir. Lokasyonlar arasındaki farklılık ise 1. yılın 5. ve 6. ayında istatistiki düzeyde önemli bulunurken 2. yılda önemsiz çıkmıştır ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.3). MJ uygulamaları L değeri üzerine etkisi ilk yılda son 2 ayda, ikinci yılda ise son 4 ayda istatistiki olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.3).

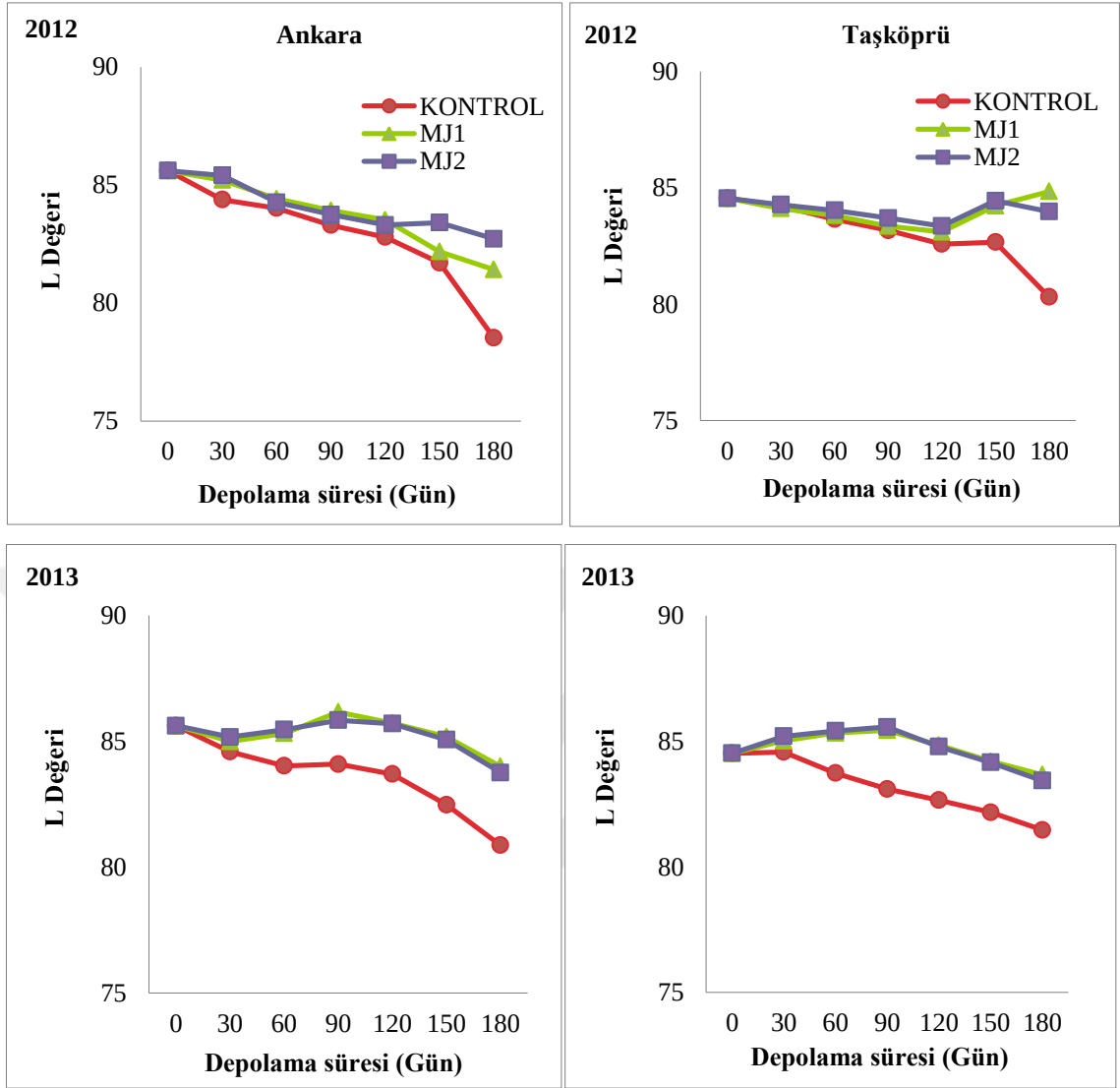
Çizelge 4.3 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda L değerine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	85.60±0.30	84.56±0.26	85.73±0.30	84.52±0.26
1	0	84.38±0.34 a ¹	84.23±0.28 a	84.58±0.14 a	84.57±0.08 a
	1	85.21±0.12 a	84.12±0.36 a	84.99±0.21 a	85.01±0.21 a
	2	85.41±0.11 a	84.28±0.26 a	85.16±0.23 a	85.20±0.25 a
2	0	84.02±0.80 a	83.66±0.20 a	84.02±0.26 a	83.73±0.11 b
	1	84.41±0.14 a	83.82±0.22 a	85.31±0.19 a	85.33±0.29 a
	2	84.27±0.55 a	84.04±0.14 a	85.46±0.37 a	85.41±0.48 a
3	0	83.30±0.48 a	83.18±0.22 a	84.09±0.25 b	83.10±0.35 b
	1	83.92±0.18 a	83.36±0.09 a	86.16±0.21 a	85.43±0.28 a
	2	83.75±0.25 a	83.71±0.13 a	85.83±0.27 ab	85.56±0.51 a
4	0	82.79±0.26 a	82.59±0.31 a	83.70±0.31 b	82.65±0.40 b
	1	83.52±0.16 a	83.11±0.25 a	85.72±0.21 a	84.84±0.34 a
	2	83.31±0.13 a	83.36±0.11 a	85.69±0.27 a	84.78±0.57 a
5	0	81.70±0.49 a	82.67±0.71 b	82.48±0.44 b	82.16±0.31 b
	1	82.18±0.35 a ¥	84.23±1.00 a	85.18±0.28 a	84.20±0.13 a
	2	83.41±0.47 a	84.45±0.51 a	85.06±0.35 a	84.15±0.49 a
	0	78.52±0.22 b ¥	80.31±0.49 b	80.87±0.38 b	81.47±0.23 b
	1	81.41±0.44 ab ¥	83.85±1.05 a	84.00±0.25 a	83.66±0.32 a
	2	82.72±0.32 a	83.98±0.79 a	83.75±0.46 a	83.43±0.44 a

K:Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0.05$).

¥: Lokasyon farkı önemlidir ($p \leq 0.05$).



Şekil 4.3 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının L değerine etkisi



Şekil 4.4 Ankara lokasyonunda depolama sonunda MJ uygulamalarının sarımsakların parlaklığına etkisi



Şekil 4.5 Taşköprü lokasyonunda depolama sonunda MJ uygulamalarının sarımsakların parlaklığına etkisi

4.1.3.2 Kroma değeri

MJ uygulamalarının kroma değerleri üzerine etkisi her iki yıl ve lokasyonda stabil değildir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.6).

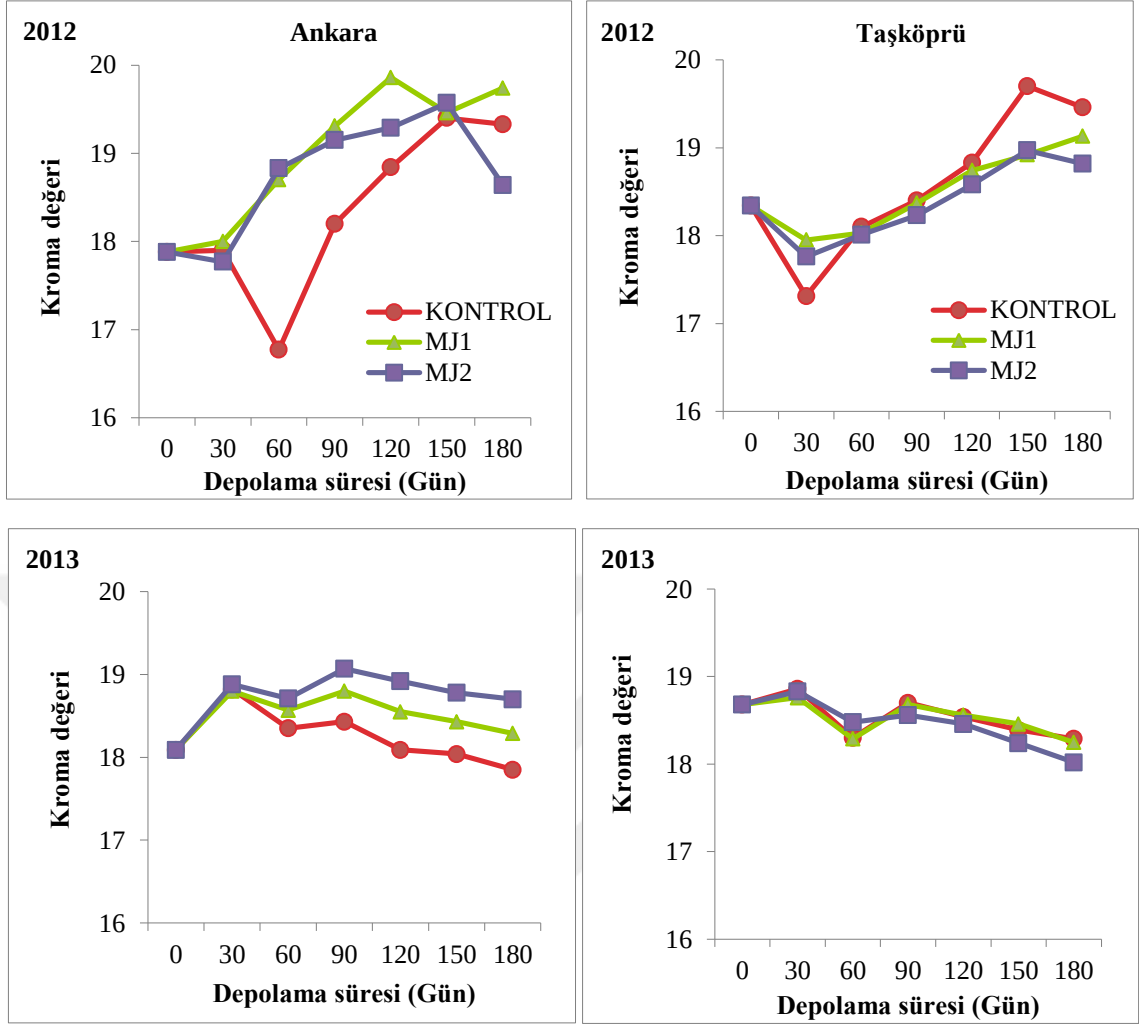
Çizelge 4.4 MJ ulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda uyg depolama sonunda kroma değerine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	17.87±0.27	18.33±0.33	18.08±0.27	18.68±0.33
1	0	17.89±0.24 a ¹	17.30±0.42 a	18.82±0.09 a	18.86±0.07 a
	1	17.99±0.16 a	17.95±0.11 a	18.79±0.03 a	18.76±0.05 a
	2	17.76±0.31 a	17.76±0.12 a	18.88±0.01 a	18.83±0.07 a
2	0	16.77±0.26 b	18.09±0.03 a ¥	18.34±0.21 a	18.30±0.17 a
	1	18.70±0.59 a	18.03±0.14 a	18.56±0.03 a	18.29±0.04 a
	2	18.82±0.17 a	18.01±0.18 a	18.70±0.05 a	18.48±0.17 a
3	0	18.20±0.06 b	18.39±0.07 a	18.42±0.23 a	18.69±0.10 a
	1	19.31±0.12 a	18.37±0.06 a	18.79±0.06 a	18.68±0.09 a
	2	19.15±0.06 a	18.23±0.11 a	19.06±0.09 a	18.56±0.16 a
4	0	18.83±0.06 b	18.82±0.08 a	18.09±0.20 a	18.54±0.10 a
	1	19.85±0.14 a	18.73±0.08 a	18.55±0.04 a	18.56±0.10 a
	2	19.28±0.16 a	18.57±0.05 a	18.92±0.12 a	18.45±0.16 a
5	0	19.40±0.49 a	19.69±0.21 a	18.04±0.20 a	18.39±0.05 a
	1	19.46±0.45 a	18.92±0.16 b	18.42±0.22 a	18.46±0.10 a
	2	19.56±0.26 a	18.97±0.36 b	18.77±0.31 a	18.24±0.16 a
6	0	19.33±0.19 a	19.45±0.24 a	17.84±0.18 a	18.29±0.20 a
	1	19.74±0.30 a	19.12±0.05 a	18.28±0.21 a	18.25±0.05 a
	2	18.64±0.46 b	18.81±0.36 a	18.70±0.19 a	18.02±0.18 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

¥: Lokasyon farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.6 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının kroma değerine etkisi

Şekil 4.6’ya göre depolama başlangıcında 1. yılda ortalama 18.10, 2. yılda ise 18.38 olarak kaydedilen kroma değeri, depolamanın sonunda 1. yılda 19.18, 2. yılda 18.23 olarak kaydedilmiştir. Denemenin 1. yılında Ankara’da dozlar arasındaki fark, 2, 3, 4 ve 6. ayda; Taşköprü’de ise sadece 5. ayda istatistiki olarak önemli bulunurken 2. yılda her iki lokasyonda da istatistiki farklar önemsiz bulunmuştur.

4.1.3.3 Açı (°) değeri

Denemenin 1 ve 2. yılında metil jasmonat uygulanan sarımsakların depolanma sonunda renk tonu göstergesi olan açı değerleri çizelge 4.5 ve şekil 4.7’de verilmiştir.

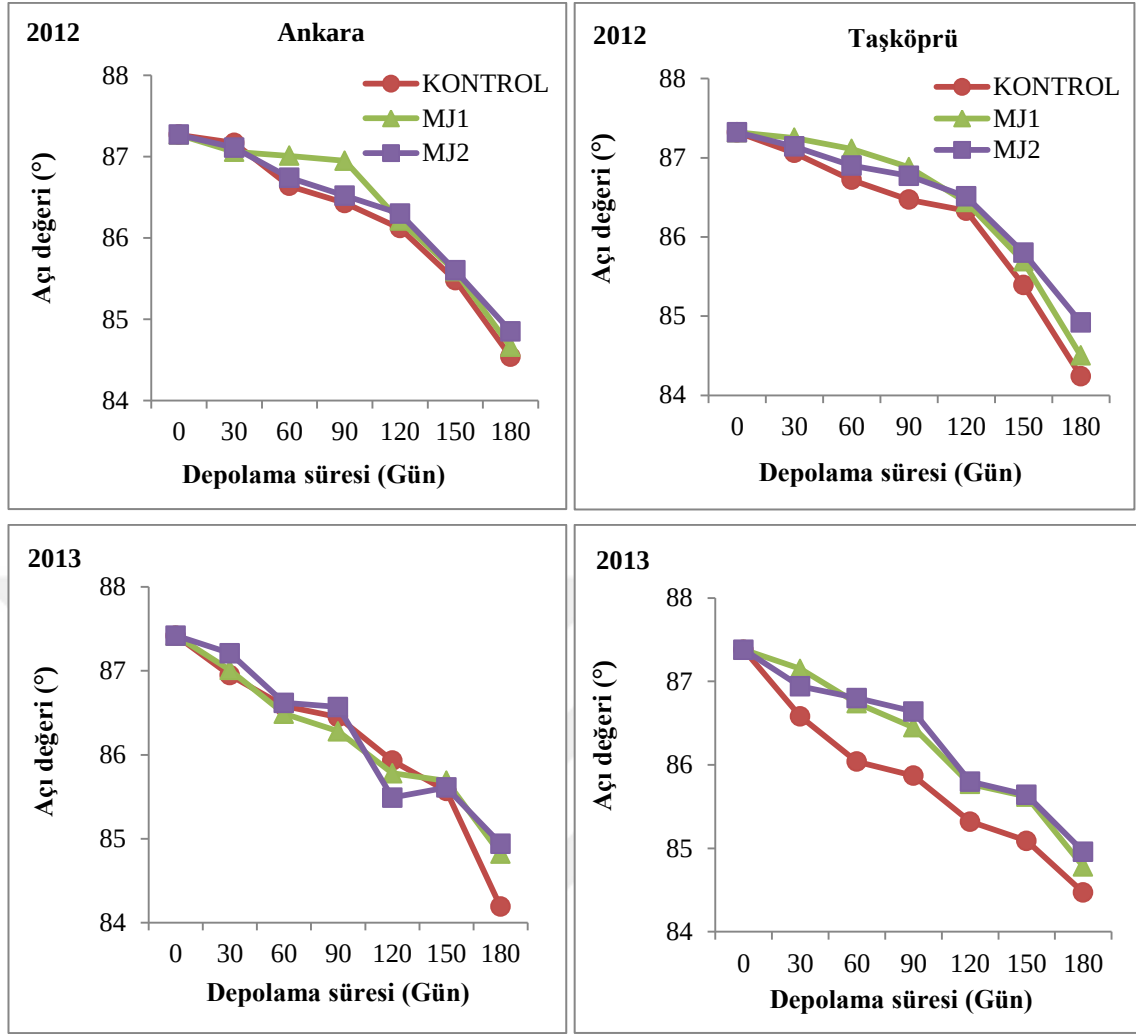
Çizelge 4.5 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda aç ı değerine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	87.27±0.21	87.32±0.31	87.42±0.75	87.38±0.36
1	0	87.17±0.34 a ¹	87.06±0.28 a	86.95±0.08 a	86.58±0.08 a
	1	87.06±0.41 a	87.25±0.17 a	87.00±0.08 a	87.15±0.06 a
	2	87.11±0.30 a	87.14±0.27 a	87.21±0.15 a	86.94±0.09 a
2	0	86.64±0.62 a	86.72±0.09 a	86.58±0.28 a	86.04±0.19 a
	1	87.01±0.39 a	87.11±0.16 a	86.49±0.39 a	86.74±0.70 a
	2	86.74±0.71 a	86.90±0.58 a	86.62±0.63 a	86.80±0.56 a
3	0	86.43±0.66 a	86.47±0.08 a	86.45±0.28 a	85.87±0.44 a
	1	86.95±0.52 a	86.88±0.09 a	86.27±0.63 a	86.45±0.09 a
	2	86.52±0.60 a	86.77±0.14 a	86.57±0.90 a	86.64±0.18 a
4	0	86.12±0.34 a	86.33±0.09 a	85.93±0.27 a	85.32±0.24 a
	1	86.21±0.46 a	86.44±0.69 a	85.78±0.41 a	85.77±0.10 a
	2	86.30±0.61 a	86.51±0.09 a	85.49±0.27 a	85.80±0.28 a
5	0	85.48±0.48 a	85.39±0.80 a	85.57±0.18 a	85.09±0.28 a
	1	85.59±0.52 a	85.69±0.18 a	85.69±0.21 a	85.62±0.18 a
	2	85.60±0.63 a	85.80±0.36 a	85.61±0.26 a	85.64±0.36 a
6	0	84.54±0.48 a	84.24±0.28 a	84.18±0.31 a	84.47±0.41 a
	1	84.66±0.31 a	84.50±0.08 a	84.82±0.13 a	84.78±0.54 a
	2	84.85±0.46 a	84.92±0.39 a	84.94±0.19 a	84.96±0.19 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

¥: Lokasyon farkı önemsizdir (p≤0.05).



Şekil 4.7 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halindedepolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının açı değerine (°) etkisi

Denemenin 1 ve 2. yıllarında depolama başlangıcında ortalama 87.29, 2. yılda ise 87.40 olarak belirlenen açı değeri, depolama sonunda 84.61 ve 84.69 olarak belirlenmiştir. Lokasyon farkı ve MJ uygulamalarının açı değerine üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.7).

4.1.4 Diş sertliği

Yapılan varyans analizi sonucunda, 1. yılda MJ uygulamalarının etkisi depolamanın 3. ayından itibaren görülmeye başlanmış ve dozlar arasındaki farklılık önemli

bulunmuştur. Denemenin 2. yılında ise, Ankara’da tüm depolama aylarında MJ dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemli, Taşköprü’de ise bu farklar önemsiz çıkmıştır. MJ2 dozu az farkla da olsa sertliği korumada etkili olmuştur. Lokasyonlar arası farklılık 1. yılda 6. ayda; 2. yılda ise 3, 5 ve 6. ayda istatistiksel düzeyde önemli olmuştur (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.6 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda sertlik (N) değerine etkisi

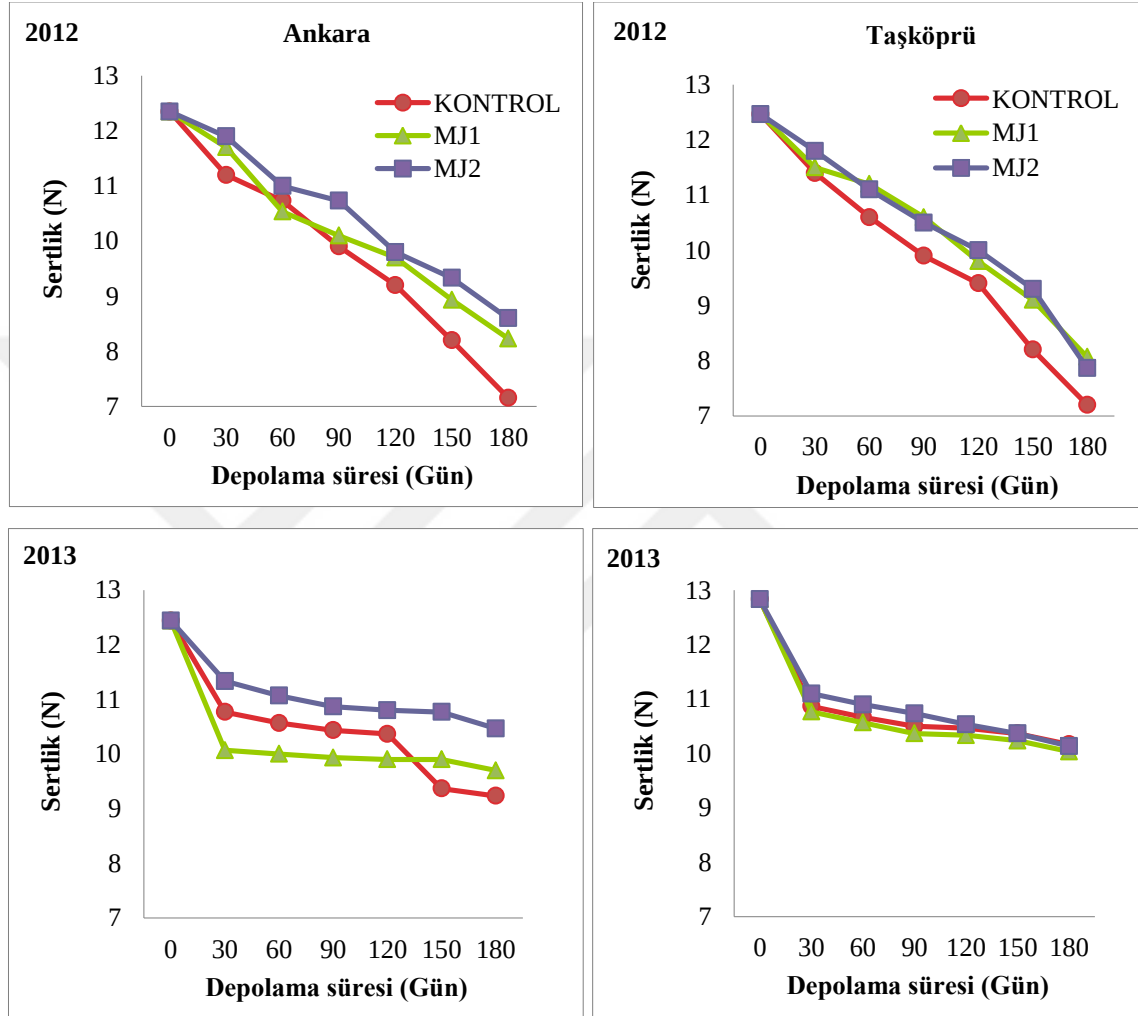
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	12.35±0.25	12.46±0.19	12.44±0.25	12.83±0.19
1	0	11.20±0.15 a ¹	11.40±0.50 a	10.76±0.42 ab	10.86±0.17 a
	1	11.70±0.36 a	11.50±0.15 a	10.06±0.08 b	10.76±0.08 a
	2	11.90±0.10 a	11.80±0.31 a	11.33±0.08 a	11.10±0.15 a
2	0	10.73±0.21 a	10.60±0.45 a	10.56±0.37 ab	10.66±0.16 a
	1	10.53±0.57 a	11.20±0.11 a	10.00±0.10 b	10.56±0.08 a
	2	11.00±0.37 a	11.10±0.15 a	11.06±0.08 a	10.90±0.15 a
3	0	9.00±0.11 b	9.90±0.35 b	10.43±0.33 ab	10.50±0.15 a
	1	10.10±0.20 a	10.60±0.21 a	9.33±0.12 b	10.36±0.08 a ¥
	2	10.73±0.03 a	10.50±0.15 a	10.86±0.12 a	10.73±0.12 a
4	0	9.20±0.10 a	9.40±0.10 b	10.36±0.31 ab	10.46±0.12 a
	1	9.70±0.15 a	9.80±0.15 ab	9.90±0.10 b	10.33±0.16 a
	2	9.80±0.20 a	10.00±0.15 a	10.80±0.11 a	10.53±0.12 a
5	0	8.20±0.32 b	8.20±0.28 b	9.36±0.31 ab	10.36±0.14 a ¥
	1	8.93±0.14 ab	9.10±0.20 a	9.90±0.15 b	10.23±0.14 a
	2	9.33±0.24 a	9.30±0.11 a	10.76±0.21 a	10.36±0.08 a
6	0	7.16±0.26 b	7.20±0.17 b	9.23±0.24 b	10.16±0.08 a ¥
	1	8.23±0.58 ab	8.06±0.44 a	9.70±0.15 b	10.03±0.09 a
	2	8.60±0.31 a	7.86±0.38 a ¥	10.46±0.26 a	10.13±0.10 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

¥: Lokasyon farkı önemlidir (p≤0.05).

Şekil 4.8 incelendiğinde, sarımsakların sertlik değerinin MJ uygulamalarına bağlı olarak depolama başlangıcında 1. yılda ortalama 12.40 N, 2. yılda 12.63 N; depolama sonunda ise 1. yılda 7.85 N'a, 2. yılda 9.95 N'a düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 4.8 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının sertliğe (N) etkisi

4.1.5 Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı

Denemenin 1 ve 2. yılında MJ uygulaması yapılan ve soğutmasız depolarda depolanan sarımsakların depolama sonunda SÇKM miktarlarının değişimi çizelge 4.7 ve şekil 4.9’da verilmiştir. İstatistiki analizler sonucu her iki yılda da lokasyon farkı ve MJ dozları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Lokasyonlar arasındaki farklılık ilk yıl 2, 3,

4 ve 5. ayda, 2. yılda ise ilk 4 ay sonunda önemli bulunmuştur. MJ dozları arasındaki farklılık ise kontrole göre önemli bulunmakla birlikte, istikrarlı bir etki gözlenememiştir ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi

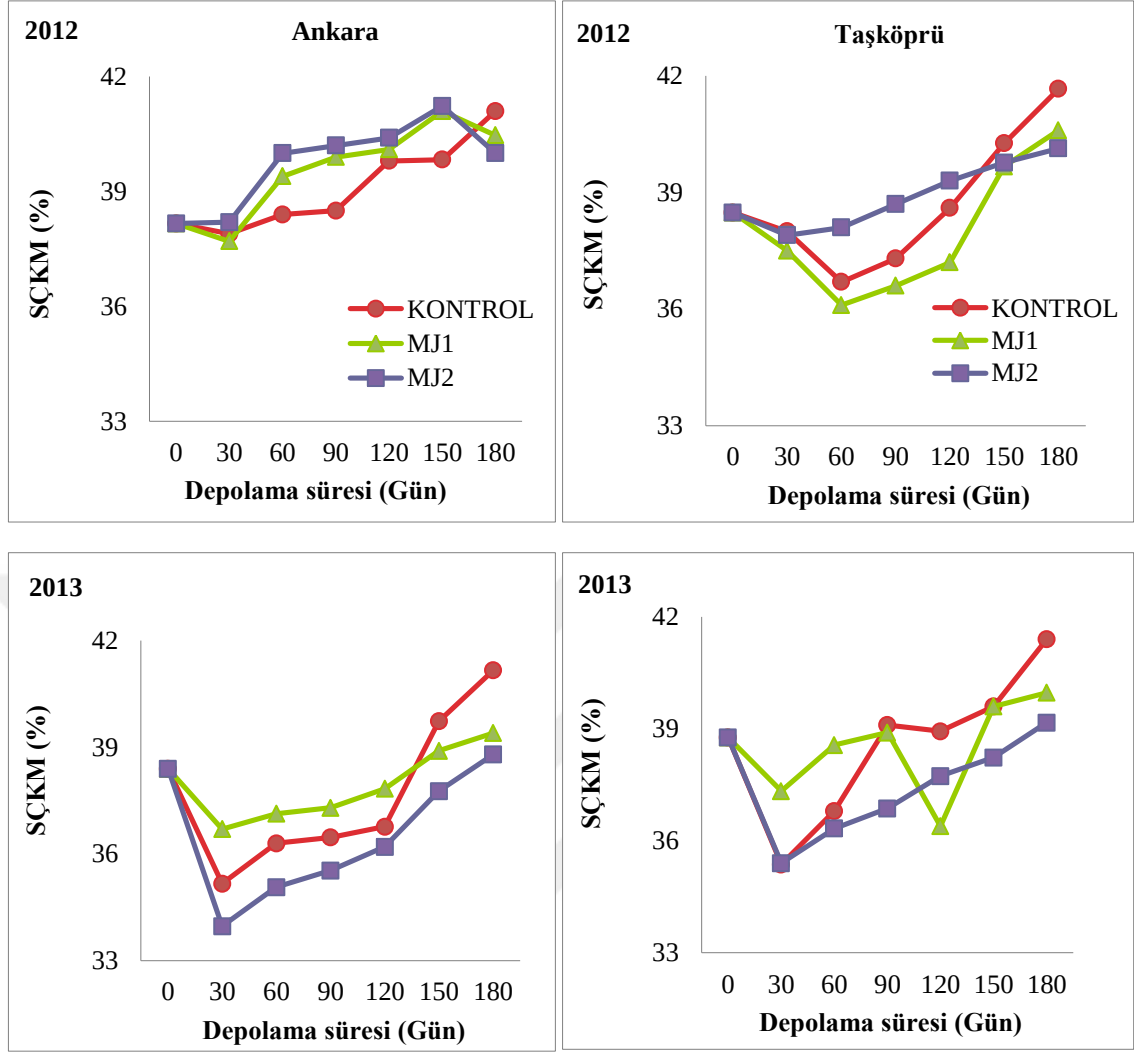
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	38.16±0.25	38.48±0.19	38.40±0.25	38.76±0.20
1	0	37.90±0.50 a ¹	38.00±0.21 a	35.16±0.81 a	35.36±0.53 b
	1	37.70±0.32 a	37.50±0.32 a	36.70±0.52 a	37.33±0.54 a
	2	38.20±0.26 a	37.90±0.26 a	33.96±0.78 b ¥	35.40±0.51 b
2	0	38.40±0.15 b ¥	36.70±0.47 b	36.30±0.71 ab	36.80±0.73 b
	1	39.40±0.80 a ¥	36.10±0.49 b	37.13±0.50 a ¥	38.56±0.54 a
	2	40.00±0.26 a ¥	38.10±0.11 a	35.06±0.35 b ¥	36.33±0.63 b
3	0	38.50±0.31 b	37.30±0.26 b	36.46±0.24 a ¥	39.10±0.79 a
	1	39.90±0.58 a ¥	36.60±0.10 b	37.30±0.55 a ¥	38.90±0.56 a
	2	40.20±0.27 a ¥	38.70±0.10 a	35.53±0.33 b ¥	36.86±0.60 b
4	0	39.80±0.66 a ¥	38.60±0.49 a	36.76±0.86 a ¥	38.93±0.68 a
	1	40.10±0.15 a ¥	37.20±0.21 b	37.83±0.54 a ¥	36.39±0.51 b
	2	40.40±0.10 a ¥	39.30±0.35 a	36.20±0.29 a ¥	37.73±0.52 ab
5	0	39.83±0.92 b	40.26±0.20 a	39.73±0.44 a	39.60±0.51 a
	1	41.10±0.15 a ¥	39.66±0.46 a	38.90±0.38 ab	39.60±0.46 a
	2	41.23±0.24 a ¥	39.76±0.18 a	37.76±0.63 b	38.23±0.49 a
6	0	41.10±0.89 a	41.66±0.50 a	41.16±0.30 a	41.40±0.30 a
	1	40.46±0.73 b	40.60±0.69 b	39.40±0.32 b	39.96±0.53 b
	2	40.00±0.70 b	40.13±0.27 b	38.80±0.46 b	39.16±0.36 b

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0.05$).

¥: Lokasyon farkı önemlidir ($p \leq 0.05$).

Depolama başlangıcında ilk iki yılda %38.32 ve %38.58 olarak belirlenen SÇKM miktarı depolama süresinin artışıyla bir miktar artış göstermiş, 6. ayın sonunda 1 ve 2. yılda sırasıyla %40.65 ve %39.98 olmuştur. SÇKM miktarı üzerine MJ uygulamalarının belirgin bir etkisi bulunamamıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının SÇKM (%) miktarına etkisi

4.1.6 Titre edilebilir asitlik miktarı

Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı her iki yılda da depolama süresince artış göstermiştir. MJ uygulamalarının TEA miktarına etkisi 1. yılda Ankara’da 4, 5 ve 6. ayda, Taşköprü’de ise 5 ve 6. ayda önemli çıkmıştır. 2. yılda ise sadece Taşköprü’de 6. aydaki bulgular istatistiki ölçüde farklı olmuştur. Lokasyon farkları ise istatistiki olarak 1. yılda tüm aylarda, 2. yılda ise 6. ayda önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.10).

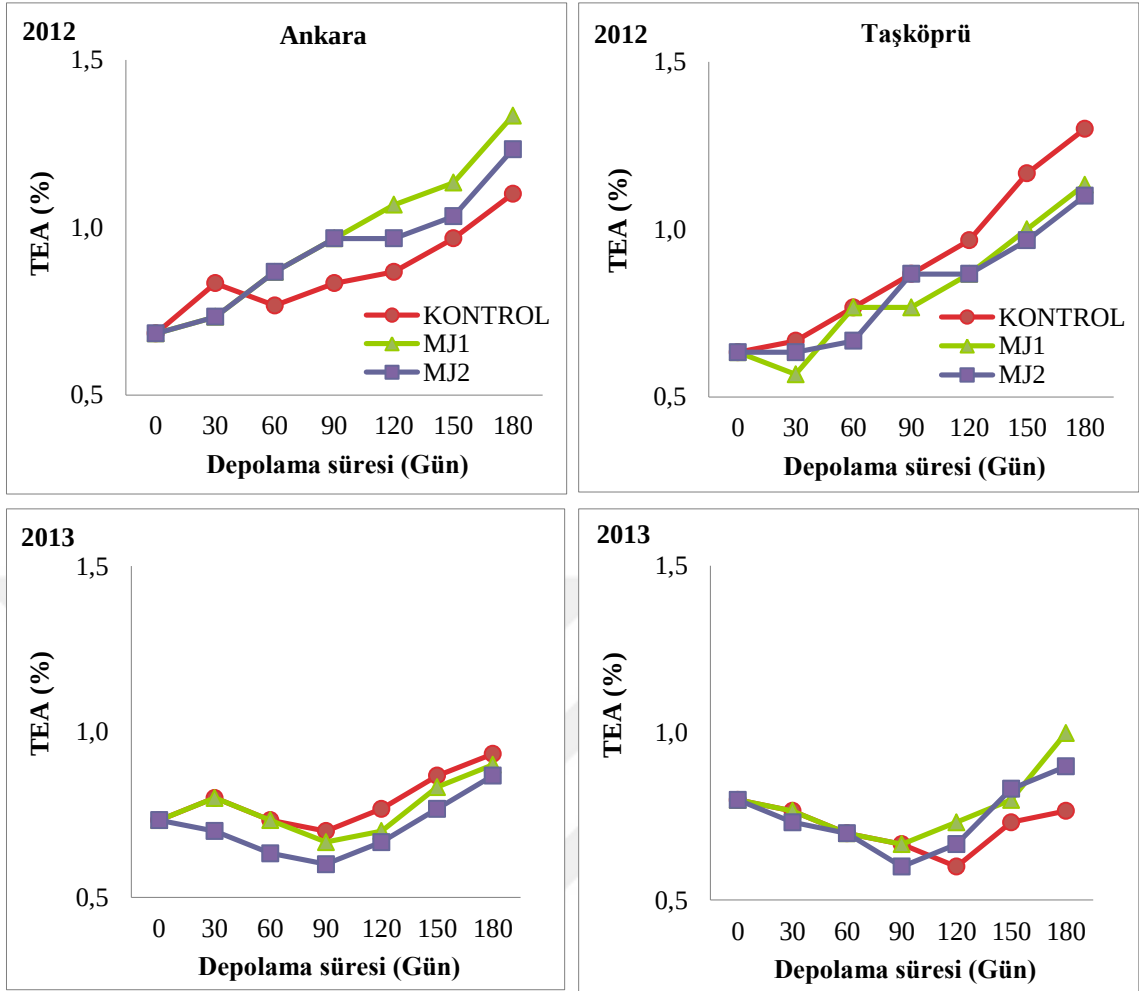
Çizelge 4.8 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	0.68±0.03	0.63±0.03	0.73±0.03	0.80±0.03
1	0	0.83±0.03 a ¹ ¥	0.66±0.03 a	0.80±0.05 a	0.76±0.03 a
	1	0.73±0.03 a ¥	0.56±0.03 a	0.80±0.03 a	0.76±0.03 a
	2	0.73±0.03 a	0.63±0.03 a	0.70±0.03 a	0.73±0.03 a
2	0	0.76±0.03 a	0.76±0.03 a	0.73±0.06 a	0.70±0.03 a
	1	0.86±0.03 a	0.76±0.03 a	0.73±0.03 a	0.70±0.05 a
	2	0.86±0.03 a ¥	0.66±0.03 a	0.63±0.03 a	0.70±0.05 a
3	0	0.83±0.03 a	0.86±0.03 a	0.70±0.05 a	0.66±0.06 a
	1	0.96±0.03 a ¥	0.76±0.03 a	0.66±0.06 a	0.66±0.03 a
	2	0.96±0.03 a	0.86±0.03 a	0.60±0.05 a	0.60±0.05 a
4	0	0.86±0.03 b	0.96±0.03 a	0.76±0.03 a	0.60±0.10 a
	1	1.06±0.03 a ¥	0.86±0.03 a	0.70±0.10 a	0.73±0.03 a
	2	0.96±0.06 ab	0.86±0.03 a	0.66±0.03 a	0.66±0.06 a
5	0	0.96±0.06 b ¥	1.16±0.03 a	0.86±0.03 a	0.73±0.03 a
	1	1.13±0.03 a	1.00±0.05 ab	0.83±0.03 a	0.80±0.05 a
	2	1.03±0.03 ab	0.96±0.03 b	0.76±0.03 a	0.83±0.03 a
6	0	1.10±0.05 b ¥	1.30±0.05 a	0.93±0.03 a ¥	0.76±0.03 b
	1	1.33±0.03 a ¥	1.13±0.03 ab	0.90±0.03 a	1.00±0.05 a
	2	1.23±0.03 ab	1.10±0.05 b	0.86±0.03 a	0.90±0.05 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

¥: Lokasyon farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.10 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi

Depolama başlangıcında her 2 yıl lokasyon ortalaması olarak %0.71 olarak belirlenen TEA, 6 aylık depolama süresinin sonunda ortalama %1.04 değerine ulaşmıştır. 2 yılda asitlik başlangıçta bir önceki yıla göre daha yüksek bulunmuşsa da depolama süresince değişim birbirine benzerlik göstermiştir.

4.1.7 Antioksidan aktivite

Her iki lokasyonda ve her iki yılda da antioksidan aktivite depolama süresince azalma göstermiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.11). Başlangıçta 1. ve 2. yılda %75.59 ve %74.96 olan inhibisyon oranı 6 aylık depolama sonucunda her iki yılda da %53’e düşmüştür.

Antioksidan aktivitede 5. ve 6. ayda en hızlı düşüş belirlenmiştir. Antioksidan aktiviteyi korumada MJ dozlarının etkisi depolama ayları ve lokasyonlara göre değişim göstermiştir. Lokasyon farkı ise istatistiki düzeyde tüm yıllarda önemli çıkmıştır (Çizelge 4.9).

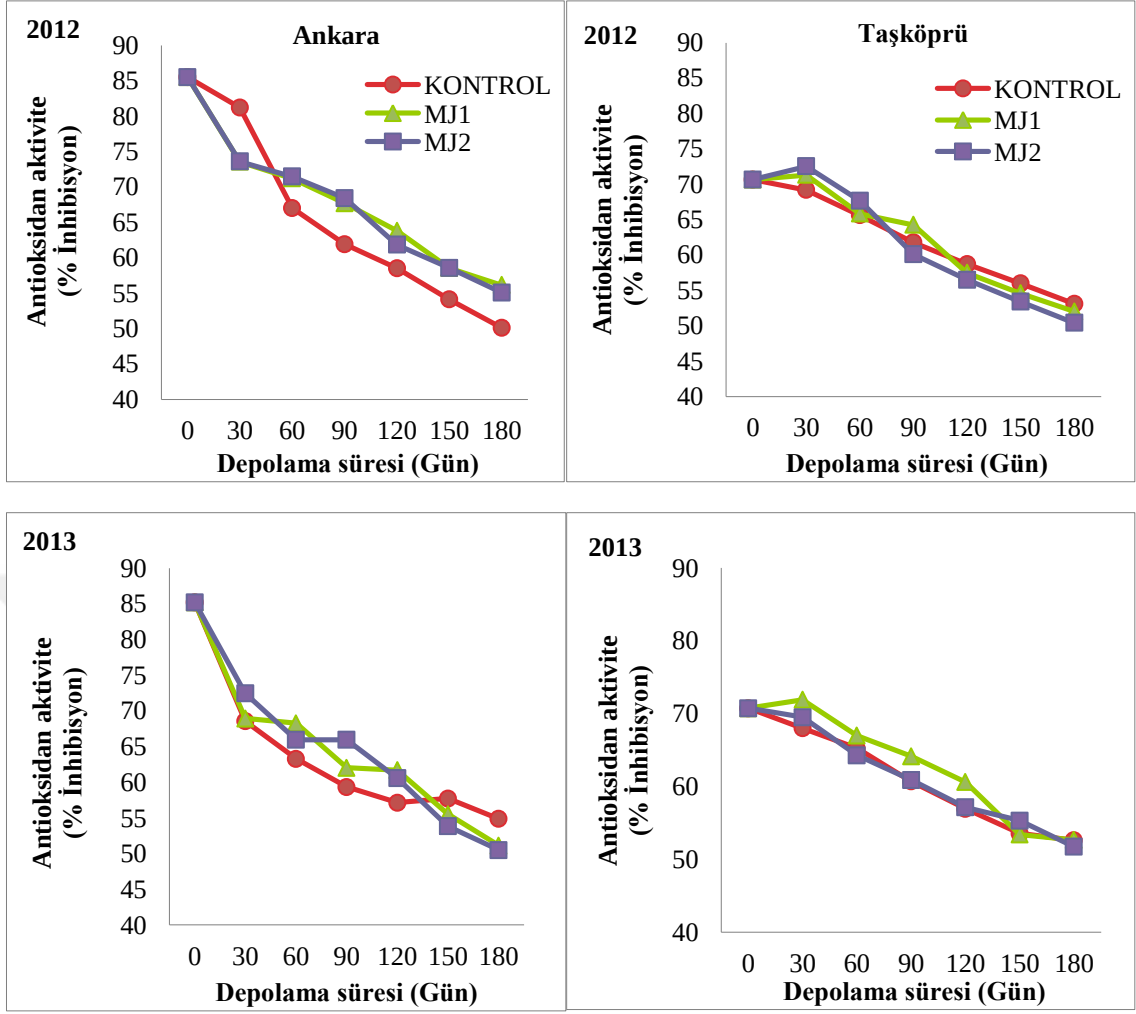
Çizelge 4.9 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	76.52±0.85	74.66±0.87	75.22±0.85	74.71±0.87
1	0	71.23±0.68 b ¹ ₺	69.19±0.31 b	68.55±0.80 b	68.00±0.89 b
	1	73.55±0.56 a ₺	71.31±0.39 a	68.93±0.73 b ₺	71.90±0.19 a
	2	73.61±0.86 a	72.53±0.94 a	72.45±0.20 a ₺	69.51±0.19 b
2	0	67.04±0.58 b	65.61±0.61 b	63.27±0.39 c ₺	65.25±0.50 a
	1	71.21±0.64 a ₺	65.85±0.07 b	68.26±0.38 a ₺	66.99±0.29 a
	2	71.48±0.20 a ₺	67.67±0.15 a	65.94±0.46 b	64.28±0.29 b
3	0	61.92±0.39 b	61.78±0.10 b	59.32±0.51 c	60.69±0.30 b
	1	67.70±0.86 a ₺	64.25±0.68 a	62.03±0.54 b ₺	64.16±0.52 a
	2	68.44±0.79 a ₺	60.11±0.30 b	65.96±0.46 a ₺	60.90±0.57 b
4	0	58.53±0.36 c	58.73±0.50 a	57.14±0.89 b	56.95±0.58 b
	1	63.82±0.46 a ₺	57.48±0.11 a	61.70±0.51 a	60.61±0.34 a
	2	61.84±0.52 b ₺	56.52±0.42 b	60.56±0.59 a ₺	57.14±0.94 b
5	0	54.13±0.52 b	55.98±0.60 a	57.72±0.71 a ₺	53.56±0.17 b
	1	58.55±0.70 a ₺	54.59±0.24 ab	55.53±0.28 b ₺	53.40±0.75 b
	2	58.58±0.80 a ₺	53.42±0.25 b	53.85±0.36 b ₺	55.31±0.72 a
6	0	50.11±0.53 b ₺	53.12±0.39 a	54.86±0.54 a ₺	52.62±0.55 a
	1	56.15±0.90 a ₺	52.02±0.43 a	51.11±0.88 b	52.65±0.48 a
	2	55.10±0.47 a ₺	50.42±0.81 b	50.49±0.60 b	52.73±0.40 a

K:Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

₺: Lokasyon farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.11 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi

4.1.8 C vitamini (L-askorbik asit) kapsamı

C vitamini, 1. yılda ortalama 55.87 mg/kg, 2. yılda ise 56.70 mg/kg olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.12). C vitamini (L-askorbik asit), depolamanın son ayında 1. yılda 36.60 mg/kg’a, 2. yılda ise 36.99 mg/kg’a kadar düşmüştür. Her iki deneme yılı ve lokasyonda elde edilen ortalama değerlere göre, MJ uygulamalarının kontrole göre az farkla da olsa C vitaminini (L-askorbik asit) koruduğu belirlenmiştir.

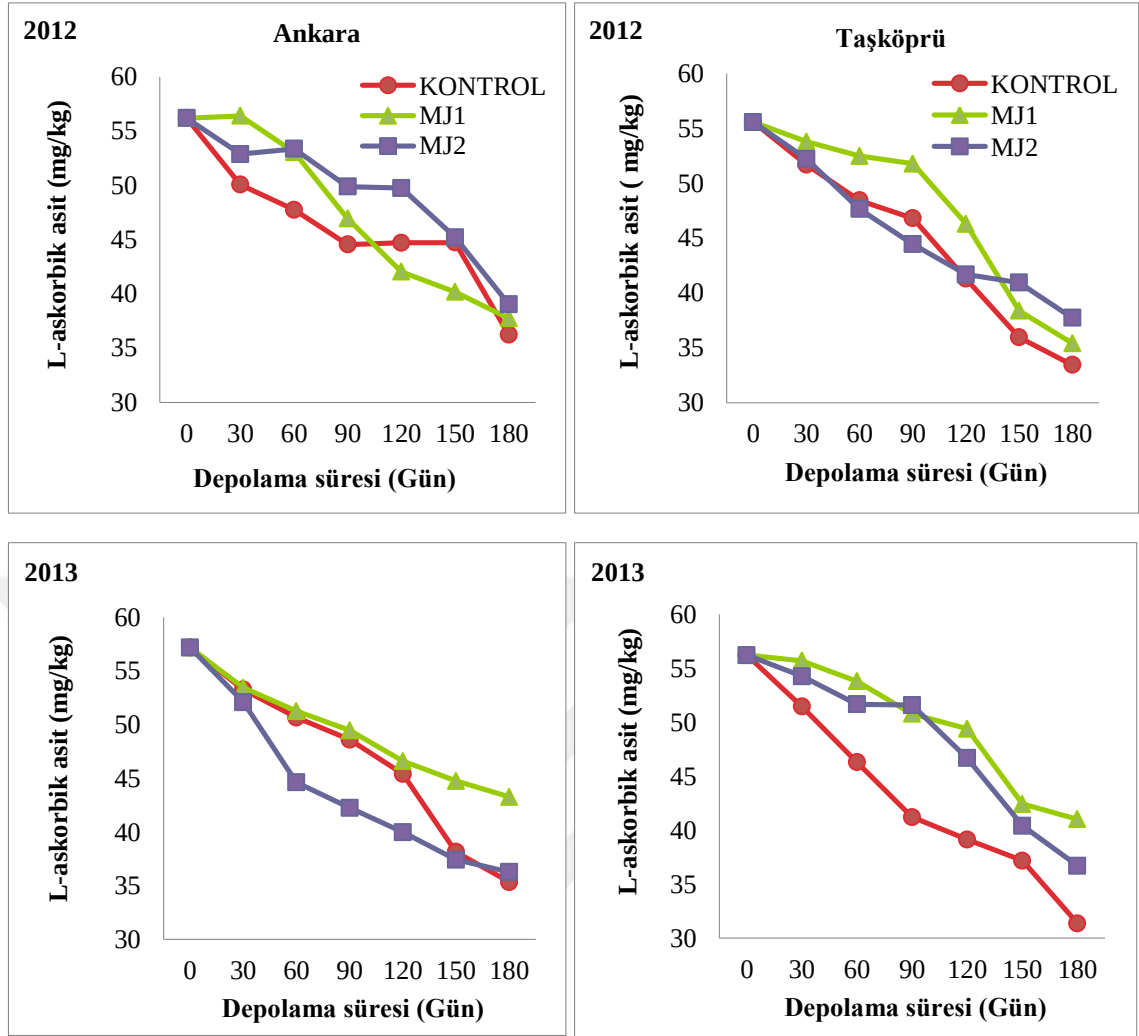
Çizelge 4.10 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	56.19±0.49	55.56±0.36	57.17±0.49	56.23±0.36
1	0	50.06±0.11 c ¹	51.68±0.52 a	53.27±0.82 a	51.47±0.27 b
	1	56.40±0.83 a	53.79±0.63 a	53.43±0.27 a	55.71±0.58 a
	2	52.87±0.30 b	52.21±0.19 a	52.09±0.52 a	54.27±0.45 a
2	0	47.75±0.56 b	48.44±0.49 b	50.67±0.33 a	46.30±0.65 b
	1	53.06±0.35 a	52.47±0.89 a	51.26±0.08 a	53.81±0.11 a
	2	53.36±0.72 a ₺	47.65±0.42 b	44.62±0.25 b ₺	51.68±0.79 a
3	0	44.54±0.60 b	46.80±0.49 b	48.61±0.79 a ₺	41.22±0.25 b
	1	46.93±0.73 b ₺	51.78±0.64 a	49.46±0.77 a	50.79±0.79 a
	2	49.88±0.38 a ₺	44.44±0.79 b	42.26±0.91 b ₺	51.61±0.73 a
4	0	44.70±0.59 b	41.28±0.69 b	45.41±0.55 a ₺	39.14±0.62 c
	1	42.04±0.95 b	46.29±0.68 a	46.60±0.35 a	49.41±0.82 a
	2	49.75±0.28 a ₺	41.68±0.96 b	39.99±0.64 b ₺	46.70±0.68 b
5	0	44.72±0.39 a ₺	35.96±0.47 b	38.15±0.59 b	37.18±0.66 b
	1	40.18±0.53 b	38.37±0.87 a	44.76±0.35 a	42.44±0.74 a
	2	45.21±0.71 a ₺	40.94±0.91 a	37.42±0.29 b	40.41±0.50 a
6	0	36.25±0.35 b	33.44±0.84 b	35.35±0.47 b	31.37±0.85 c
	1	37.74±0.54 b	35.42±0.58 ab	43.26±0.93 a	41.02±0.94 a
	2	39.04±0.59 a	37.73±0.52 a	34.28±0.30 b	36.71±0.42 b

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

₺: Lokasyon farkı önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.12 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi

Araştırmanın 1. ve 2. yılında yapılan varyans analizi sonucunda, denemenin 1. yılında 1. ve 6. ay hariç tüm aylarda, denemenin 2. yılında ise 1, 5 ve 6. ay hariç diğer aylarda lokasyon farkı istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.10).

MJ uygulamalarının kontrol grubu ile kıyaslandığı doz farkında ise lokasyonlar oldukça farklılık göstermiştir. Buna göre 1. yılda Ankara’da depolanan örneklerde doz farkı tüm aylarda önemli çıkarken Taşköprü’de 1. ay hariç tüm aylarda önemli bulunmuştur. Bununla birlikte 2. yıl denemelerinde Ankara’da 1. ay hariç diğer tüm aylarda MJ

uygulamaları istatistiksel fark oluştururken Taşköprü’de tüm aylarda %5 hata düzeyinde fark tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

4.1.9 Toplam fenolik madde

Toplam fenolik madde her 2 yılda da azalmıştır (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.13). Depolama başlangıcında 2 yıl ortalaması 0.30 mg gallik asit/g, iken, depolama süresi sonunda 0.21 mg gallik asit/g’a düşmüştür. Her iki yılda da MJ uygulamalarının ve farklı lokasyonlarda depolamanın toplam fenolik maddeye etkisi belirgin olmamış ve istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.11).

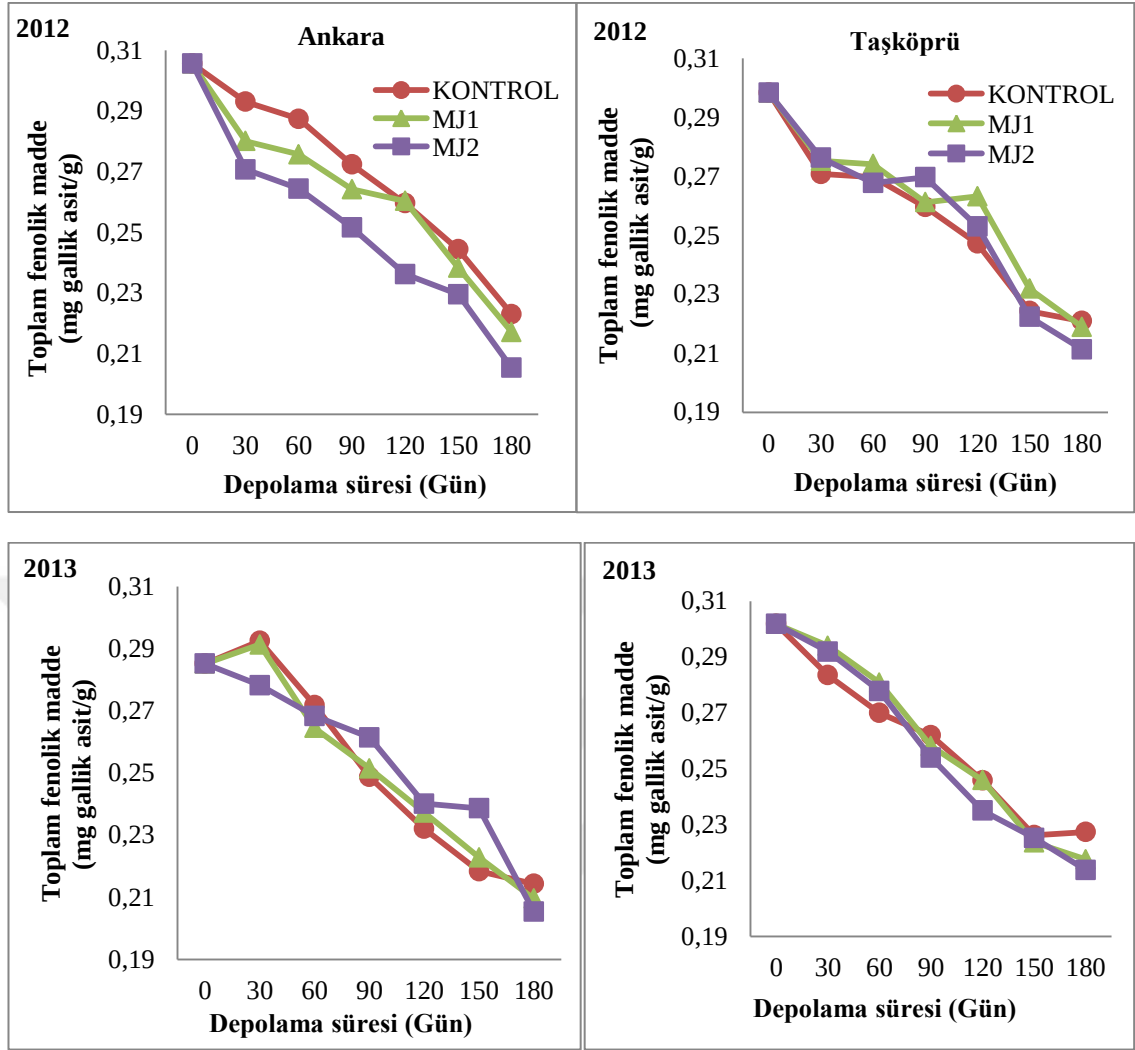
Çizelge 4.11 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	0.31±0.32	0.30±0.65	0.29±0.04	0.30±0.65
1	0	0.29±0.24 a ¹	0.27±0.09 a	0.29±0.19 a	0.28±0.53 a
	1	0.28±0.33 a	0.27±0.07 a	0.29±0.31 a	0.29±0.27 a
	2	0.27±0.31 a	0.28±0.08 a	0.28±0.14 a	0.29±0.31 a
2	0	0.28±0.06 a	0.27±0.97 a	0.27±0.82 a	0.27±0.34 a
	1	0.27±0.04 a	0.27±0.43 a	0.26±0.89 a	0.28±0.05 a
	2	0.26±0.31 a	0.27±0.84 a	0.27±0.04 a	0.27±0.40 a
3	0	0.27±0.35 a	0.26±0.09 a	0.25±0.11 a	0.26±0.55 a
	1	0.26±0.08 a	0.26±0.24 a	0.25±0.27 a	0.26±0.53 a
	2	0.25±0.39 a	0.27±0.11 a	0.26±0.10 a	0.25±0.54 a
4	0	0.25±0.37 a	0.25±0.06 a	0.23±0.25 a	0.24±0.28 a
	1	0.26±0.28 a	0.26±0.22 a	0.24±0.12 a	0.24±0.09 a
	2	0.23±0.73 a	0.25±0.25 a	0.24±0.32 a	0.24±0.20 a
5	0	0.24±0.69 a	0.22±0.03 a	0.22±0.34 a	0.23±0.08 a
	1	0.23±0.34 a	0.23±0.04 a	0.22±0.06 a	0.22±0.03 a
	2	0.22±0.49 a	0.22±0.03 a	0.24±0.25 a	0.23±0.08 a
6	0	0.22±0.60 a	0.22±0.26 a	0.21±0.43 a	0.23±0.18 a
	1	0.21±0.33 a	0.21±0.36 a	0.21±0.35 a	0.22±0.33 a
	2	0.20±0.19 a	0.21±0.18 a	0.20±0.19 a	0.21±0.37 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

¥: Lokasyon farkı önemli değildir (p≤0.05).



Şekil 4.13 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi

4.1.10 Allisin miktarı

MJ uygulamalarının her iki yılda da sarımsakların ana kükürtlü bileşenlerinden allisin (mg/kg) miktarı üzerine etkisi çizelge 4.12 ve şekil 4.14’de verilmiştir. Denemenin 1 ve 2. yıl verileri üzerinde yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucunda MJ doz farkı her iki lokasyon ve yılda da %5 hata seviyesinde önemli bulunmamıştır. Denemede lokasyon farkı 1. yılda, 2, 3 ve 4. ay ile 2. yılda 5. ay hariç tüm aylarda istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Taşköprü lokasyonunda allisin miktarı daha fazla korunmuştur.

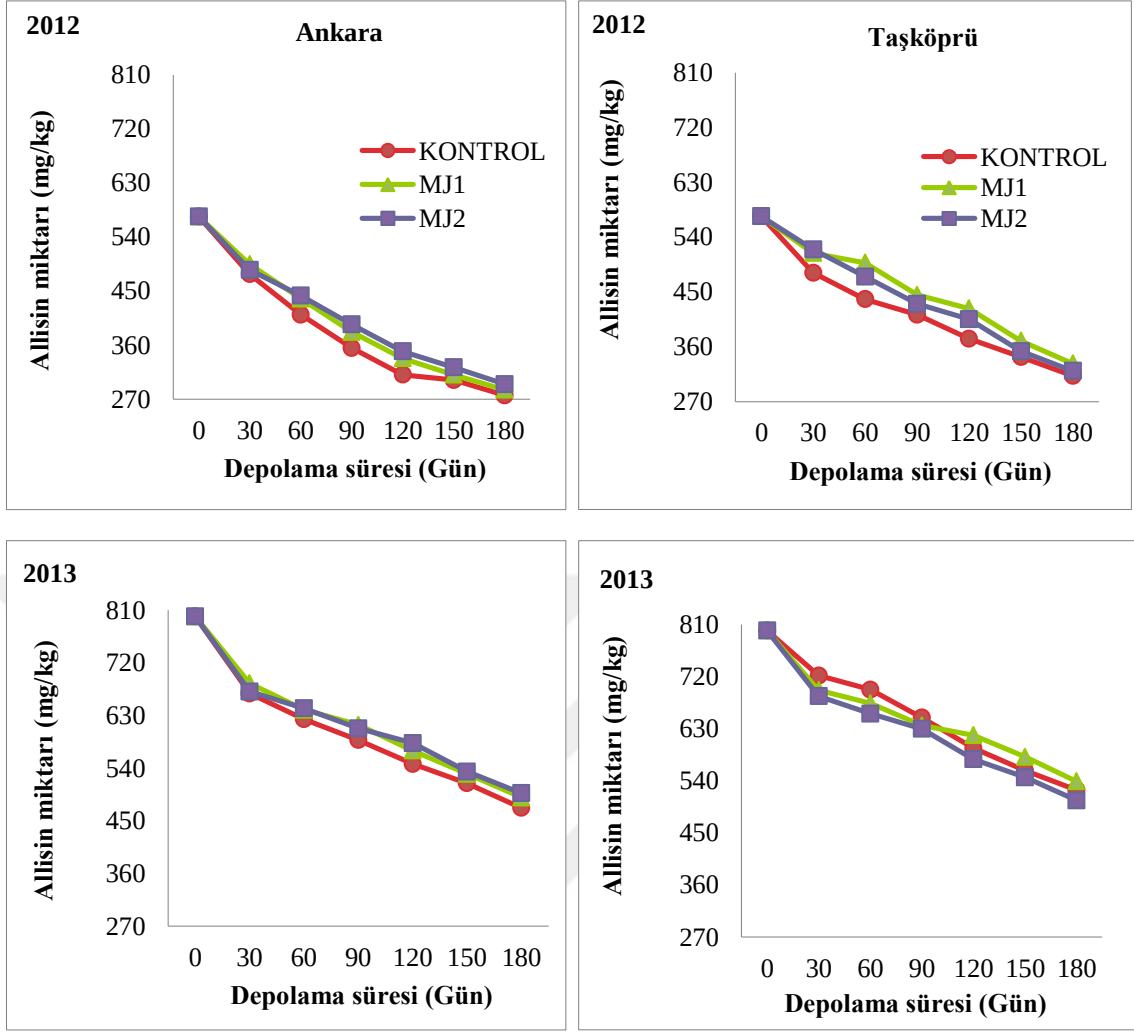
Çizelge 4.12 MJ uygulamasının farklı lokasyonlarda baş halinde depolanan sarımsaklarda depolama sonunda allisin (mg/kg) miktarına etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		Ankara	Taşköprü	Ankara	Taşköprü
0	K	574.08±0.26	573.17±0.26	797.26±0.41	798.62±0.41
1	0	478.22±0.47 a ¹	481.44±0.83 a	667.72±0.49 a ₺	721.64±0.38 a
	1	494.63±0.25 a	513.67±0.57 a	684.92±0.97 a	696.61±0.12 a
	2	485.28±0.17 a	519.75±0.74 a	671.10±0.11 a	685.97±0.14 a
2	0	410.68±0.48 a	438.02±0.25 a	623.66±0.10 a ₺	697.28±0.23 a
	1	437.26±0.19 a ₺	497.91±0.81 a	639.79±0.25 a	673.57±0.29 a
	2	442.53±0.18 a	475.10±0.38 a	642.21±0.53 a	655.84±0.74 a
3	0	355.39±0.24 a ₺	412.75±0.98 a	588.08±0.13 a ₺	649.08±0.76 a
	1	381.86±0.19 a ₺	445.08±0.96 a	613.92±0.70 a	635.49±0.58 a
	2	394.45±0.27 a	430.46±0.25 a	608.01±0.25 a	629.74±0.23 a
4	0	310.79±0.34 a	373.26±0.23 a	547.13±0.40 a	596.19±0.10 a
	1	338.03±0.21 a ₺	422.76±0.21 a	569.86±0.62 a ₺	618.56±0.31 a
	2	349.65±0.43 a ₺	405.24±0.27 a	582.87±0.39 a	577.25±0.77 a
5	0	302.01±0.65 a	343.41±0.56 a	514.05±0.83 a	557.63±0.42 a
	1	310.94±0.15 a	369.72±0.52 a	530.17±0.84 a	581.43±0.20 a
	2	323.18±0.26 a	352.85±0.75 a	534.19±0.53 a	545.93±0.64 a
6	0	276.58±0.74 a	312.46±0.74 a	472.00±0.19 a ₺	524.17±0.89 a
	1	285.74±0.81 a	332.55±0.51 a	489.70±0.24 a ₺	539.08±0.11 a
	2	295.06±0.48 a	320.50±0.29 a	497.28±0.36 a	506.22±0.25 a

K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı ayda, aynı lokasyonda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

₺: Lokasyon farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.14 2012 ve 2013 yılında Ankara ile Taşköprü’de soğutmasız depolarda baş halinde depolanan sarımsaklarda MJ uygulamalarının allisin miktarına (mg/kg) etkisi

Araştırmanın 1. yılında ortalama 574 mg/kg ve 2. yılında 798 mg/kg olarak belirlenen depolama başlangıcı allisin miktarlarının (mg/kg) depolamanın son ayında, 1. yılda %47’lik, 2. yılda ise %28’lik kayba uğradığı belirlenmiştir.

4.2 Depolama Sıcaklığı, Metil Jasmonat Uygulaması ve MAP Koşullarının Soyulmuş Sarımsak Dişlerinin Muhafaza Ömrüne Etkisi

4.2.1 Ağırlık kaybı

2012 ve 2013 yıllarında MJ uygulamalarının 0°C ve 5°C’de açıkta ve MA’de depolanan soyulmuş sarımsak dişlerinde ağırlık kaybına etkisi çizelge 4.13’de görülmektedir. Kontrol olarak açıkta plastik tabaklar içinde depoya konulan sarımsak dişlerinde depolamanın 2. ayı sonunda, paketlenerek depolanan sarımsaklarda ise 4. ayın sonunda enfeksiyon tespit edildiği için depolamaya son verilmiştir. Yapılan incelemelerde enfeksiyon kaynağının *Penicillium* spp. olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.15’de enfekteli sarımsak dişleri görülmektedir.

Çizelge 4.13 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
1	0	1.10±0.20 a ¹	2.90±0.15 a #	0.43±0.03 b	1.00±0.20 b #
	1	0.70±0.15 ab	1.40±0.18 b #	1.30±0.35 ab	1.66±0.33 a
	2	0.53±0.03 b	1.30±0.38 b #	1.66±0.33 a	1.33±0.33 a
2	0	0.80±0.15 a	3.10±0.70 a #	1.16±0.03 b	2.50±0.11 b #
	1	0.83±0.03 a	2.70±0.40 b #	2.50±0.15 a	2.63±0.08 b
	2	0.76±0.03 a	2.60±0.83 b #	2.83±0.14 a	3.30±0.05 a #
3	0	1.50±0.10 a	4.30±0.37 a #	4.76±0.18 a	3.47±0.02 a
	1	1.60±0.25 a	2.90±0.70 b #	3.41±0.36 b	2.74±0.07 b #
	2	1.30±0.15 a	2.85±0.97 b #	3.93±0.12 ab	2.61±0.11 b #
4	0	2.90±0.23 a	5.62±0.33 a #	4.96±0.12 a	5.93±0.99 a #
	1	2.70±0.26 a	4.20±0.76 b #	4.14±0.32 b	4.44±0.64 b
	2	2.50±0.15 a	4.60±0.60 b #	4.05±0.39 b	4.14±0.87 b

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

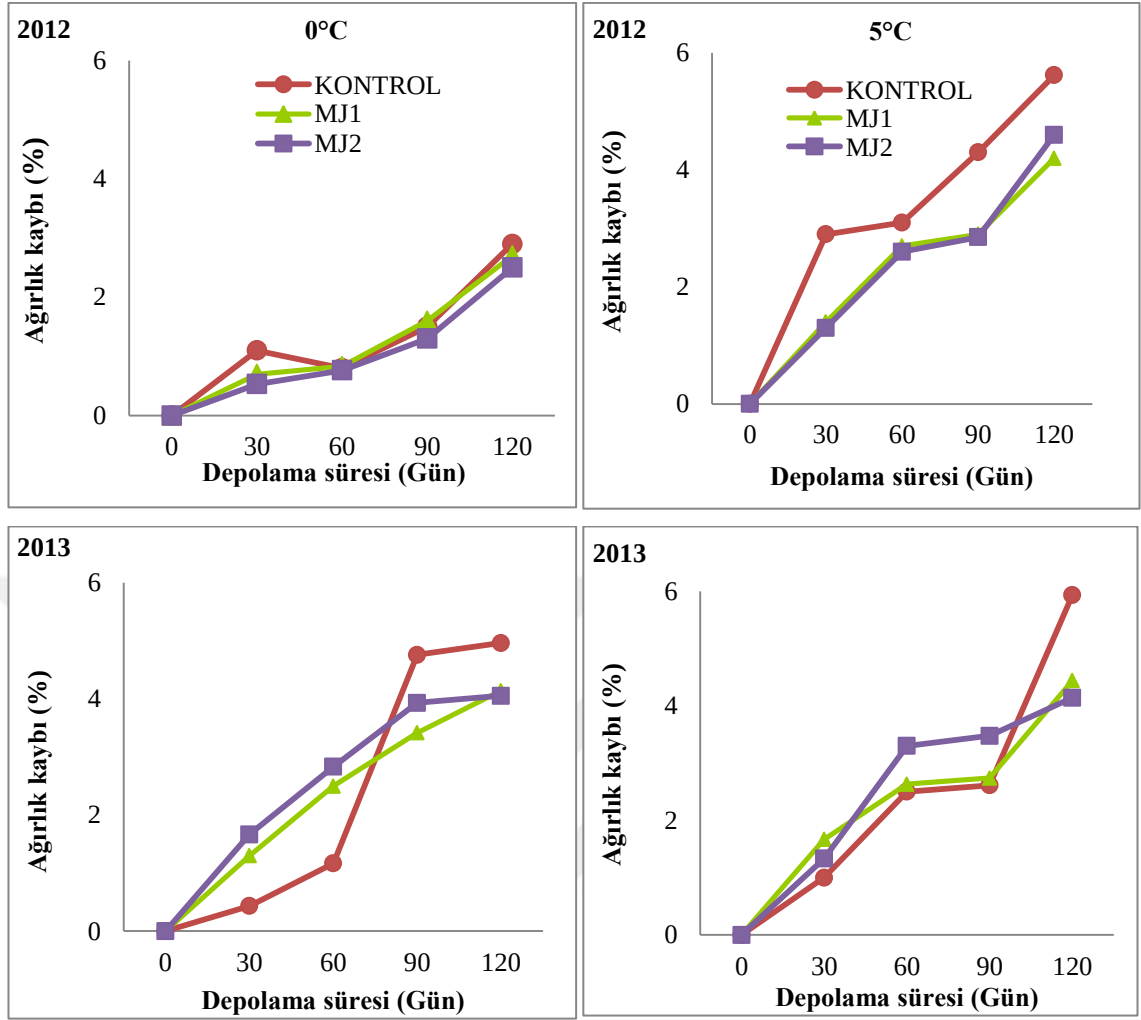
#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05)



Şekil 4.15 *Penicillium* enfekteli sarımsak dişlerinin görünümü

Denemenin 2012 ve 2013 yılında da yapılan istatistiki analizler sonucu depolama sıcaklığı ve MJ dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Genel olarak 0°C’de depolamanın ağırlık kaybını azaltmada 5°C’ye göre daha etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte depolama süresinin artışına paralel olarak ağırlık kaybı da artış göstermiştir. Nitekim her 2 yılda 4 aylık depolama sonrasında 0°C’de ağırlık kaybı %3.54 iken, 5°C’de %4.82 olmuştur (Çizelge 4.13).

MJ uygulamalarının soyulmuş sarımsakların muhafaza ömrü üzerine etkisi muhafaza sıcaklığına bağlı kalmıştır. MJ uygulamalarının ağırlık kaybını azaltıcı etkisi 1. yılda 1. aydan, 2. yılda ise 3. aydan itibaren görülmeye başlamıştır. 1. yılda 0°C’nin ilk ayı hariç tüm deneme süresince MJ dozları arasındaki istatistiki fark önemli çıkmıştır. Her iki sıcaklık derecesinde de soyulmuş sarımsak dişleriyle yürütülen muhafaza çalışmalarında ağırlık kaybı sınır değeri olarak kabul edilen %5 sınırının üzerine 5°C’deki kontrol grubu dışında çıkmamıştır. Bununla birlikte ağırlık kaybı değerleri 2. yılda daha yüksek bulunmuştur. Bu durum şekil 4.16’dan da izlenebilmektedir.



Şekil 4.16 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının ağırlık kaybına (%) etkisi

Her ay depolama sonrası 7 günlük raf ömrü denemelerine alınan örneklerde belirlenen ağırlık kaybı değerleri ise çizelge 4.14 ve şekil 4.17’de verilmiştir.

İlk yıl raf ömrü denemeleri başlangıcında 0°C’de 1 aylık depolama sonrasında kontrolde ağırlık kaybı %1.10 iken, 7 gün sonunda bu değer %6.23’e ulaşmıştır. 5°C’de ise %2.90 olan başlangıç değeri 7 günün sonunda %7.15 değere ulaşmıştır. 3. ayda bu değerler 0°C için %1.50 ve %9.61, 5°C’de ise %4.30 ve %15.13 olarak bulunmuştur. İkinci yılda 0 ve 5°C’de 1 aylık depolama sonunda kontrolde ağırlık kaybı %0.43 ve %1.00 iken 7 günlük raf ömrü sonunda bu değerler %6.30 ve %6.97 olarak kaydedilmiş, 3. ayın sonunda ise 0°C’de %4.76 ve 10.17 iken 5°C’de %3.47 ve %16.10’a çıkmıştır.

Değerlerden de anlaşıldığı gibi 2. yılda ağırlık kayıpları daha yüksek oranda olmuştur. 1. aydan itibaren ağırlık kayıpları hızla artarak 4. ayda (1. yılda %15.55'e, 2. yılda %18.13) en yüksek değere ulaşmış ve sarımsaklar pazarlama değerlerini kaybetmiştir.

Çizelge 4.14 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi

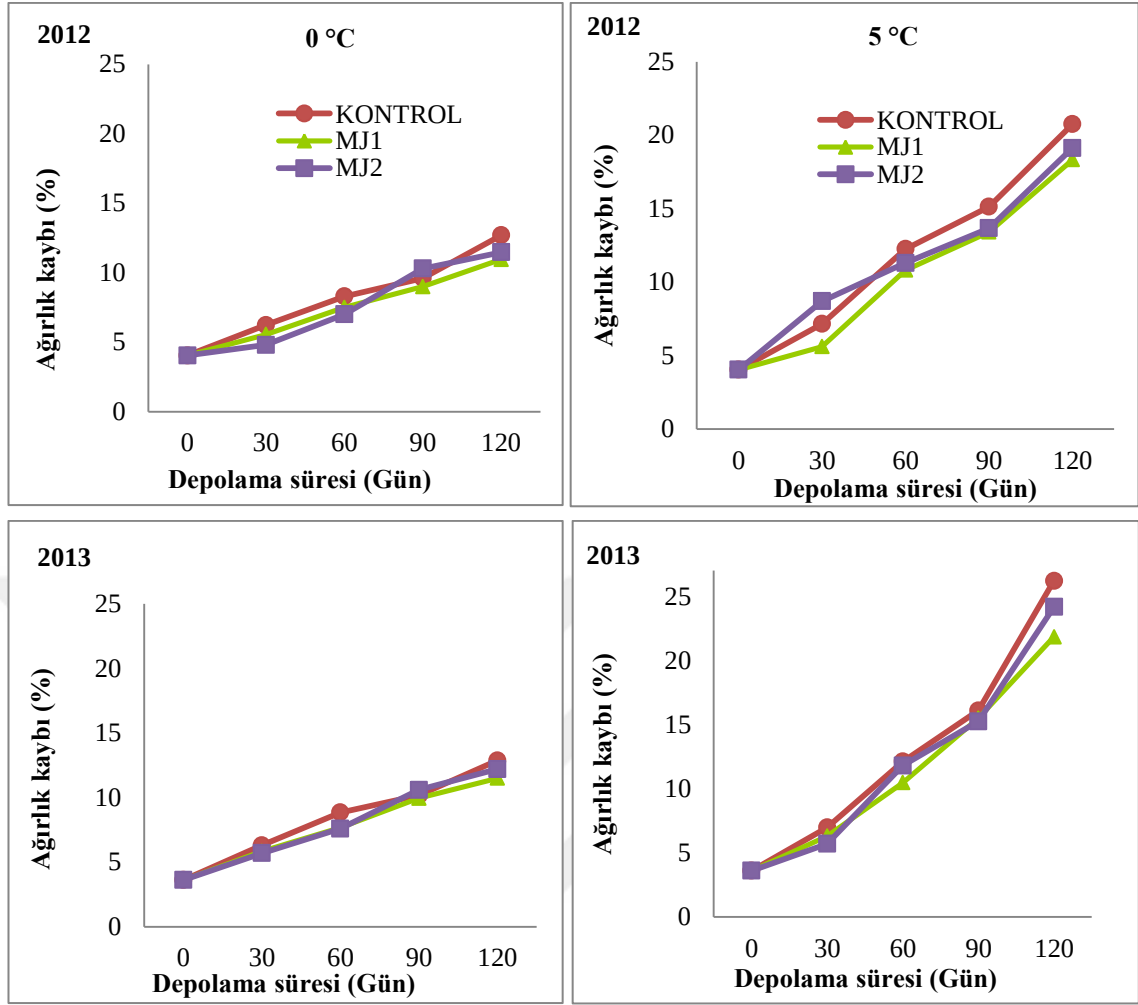
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	4.04±1.44	4.04±1.44	3.61±3.27	3.61±3.27
1	0	6.23±1.24 a ¹	7.15±1.72 b	6.30±3.03 a	6.97±3.10 a
	1	5.55±1.68 b	5.60±1.76 c	5.83±3.35 b	6.30±2.55 a
	2	4.80±1.44 c	8.70±1.57 a #	5.70±2.63 b	5.70±2.97 b
2	0	8.30±1.57 a	12.25±1.51 a #	8.84±2.91 a	12.12±2.90 a #
	1	7.50±1.73 b	10.81±1.74 b #	7.68±3.22 b	10.47±2.75 c #
	2	7.00±1.28 b	11.31±1.30 b #	7.59±2.33 b	11.80±3.04 b #
3	0	9.61±1.67 b	15.13±1.89 a #	10.17±2.79 a	16.10±3.27 a #
	1	9.00±2.09 b	13.41±1.55 b #	9.95±3.24 b	15.50±2.65 b #
	2	10.30±1.32 a	13.67±1.15 b #	10.59±2.63 a	15.24±2.87 b #
4	0	12.70±1.69 a	20.75±1.43 a #	12.88±3.54 a	26.20±2.80 a #
	1	10.96±1.31 c	18.33±2.03 c #	11.50±3.31 b	21.83±2.72 c #
	2	11.47±1.34 b	19.13±1.40 b #	12.20±2.83 a	24.17±2.78 b #

K:Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Raf ömrü denemelerinde her iki sıcaklıkta da MJ uygulaması görmüş sarımsak dişlerinde ağırlık kaybı kontrole göre daha düşük bulunmuştur. MJ dozları arasındaki fark her iki yılda da 4. aydan itibaren daha belirgin olmuştur (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.17). Bu da MJ'nin mikrobiyal aktiviteyi azaltıcı etkisinden kaynaklanmaktadır. Ancak 2. yıl ağırlık kaybı değerleri 1. yıla göre daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.17 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda ağırlık kaybına (%) etkisi

4.2.2 Solunum hızı

MJ uygulamalarının MAP koşullarında soğukta depolanmasının soyulmuş sarımsak dişlerinde solunum hızına (ml.CO₂/kgh) etkisi çizelge 4.15 ve şekil 4.18’de verilmiştir. Çizelge 4.15’de verilen solunum hızı değerleri incelendiğinde uygulamaların etkisinin %5 hata seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Denemenin ilk yılında 0°C’de depolanan örneklerde 1 ve 2. ay, 5°C’de ise ilk 2 ay hariç MJ doz farkı istatistiki ölçüde önemli bulunurken ikinci yılda, 0°C’de depolanan örneklerde 1 ve 2. ay, 5°C’de ise tüm aylarda MJ dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.15 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda solunum hızına (ml.CO₂/kgh) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	15.16±0.12	15.16±0.12	15.41±0.10	15.41±0.10
1	0	10.82±0.44 a ¹	11.31±0.45 a #	10.49±0.67 a	11.47±0.63 b #
	1	9.28±0.74 b	11.03±0.58 a #	9.94±0.52 b	11.99±0.64 a #
	2	9.53±0.15 b	10.22±0.41 b #	9.57±0.22 b	11.30±0.41 ab #
2	0	10.02±1.00 a	11.47±1.32 a #	10.14±0.36 a	11.14±1.22 b #
	1	9.21±0.47 b	11.45±0.95 a #	9.29±0.27 b	11.23±0.07 b #
	2	8.94±0.48 b	11.59±0.40 a #	9.13±0.13 b	11.69±0.01 a #
3	0	9.63±1.32 a	15.56±1.64 a #	9.14±1.14 a	14.37±1.03 b #
	1	9.14±0.29 a	14.53±0.70 b #	8.87±0.40 a	15.28±1.01 a #
	2	9.17±1.03 a	13.48±0.91 c #	9.20±0.03 a	14.04±1.02 b #
4	0	10.14±0.48 a	17.31±1.24 a #	10.18±0.05 a	16.85±1.07 a #
	1	10.45±0.25 a	15.85±0.69 b #	10.20±0.01 a	15.45±0.07 c #
	2	10.01±0.38 a	16.11±0.44 b #	10.06±0.24 a	16.29±0.17 b #

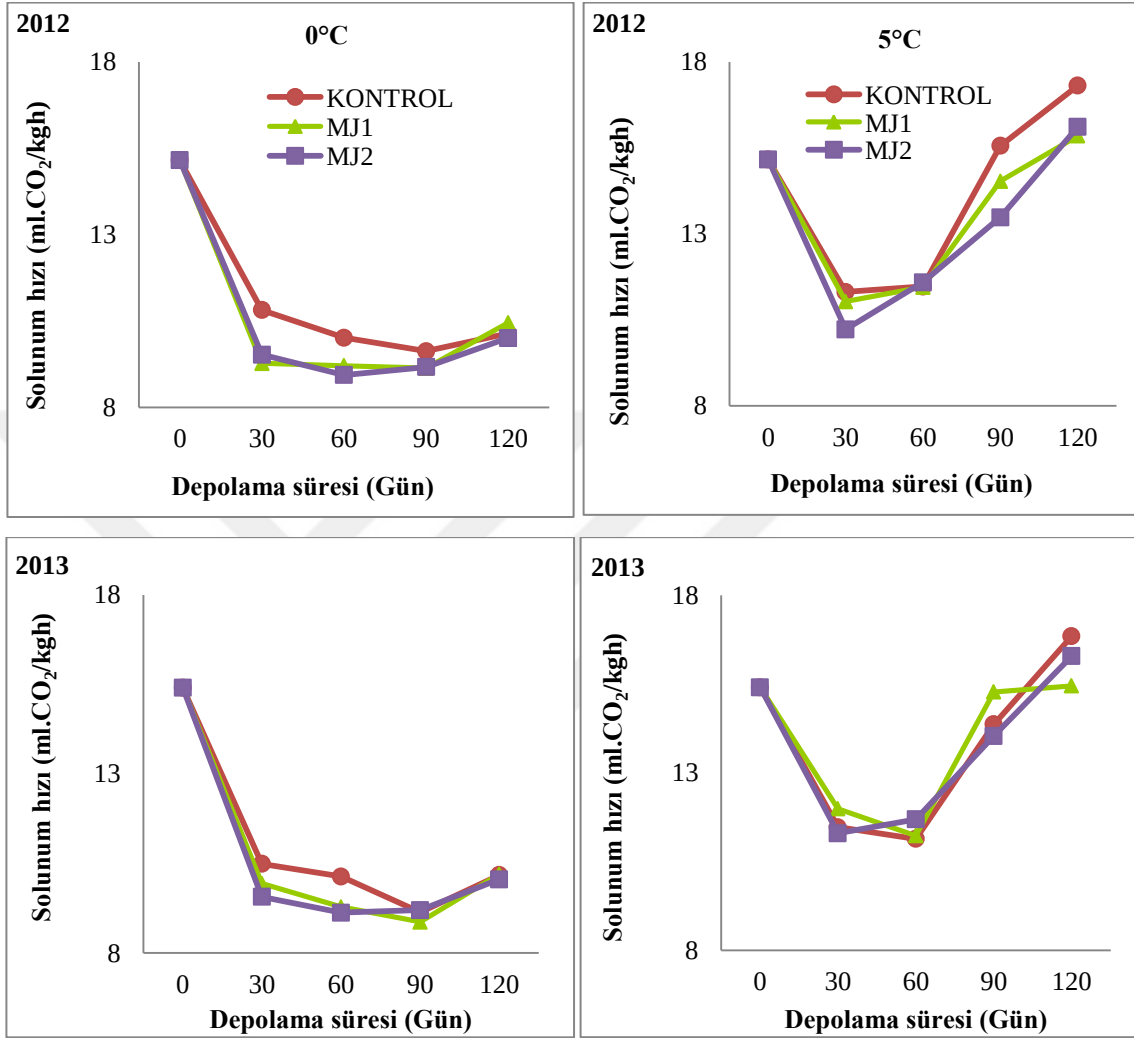
K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Sarımsak dişlerinde solunum hızı depolama öncesi 15.29 ml.CO₂/kgh iken, depolamanın 1. ayında 0°C’de 9.93 ml.CO₂/kgh, 5°C’de 11.22 ml.CO₂/kgh olmuştur. Genel olarak depolama süresinin artışıyla solunum oranı artış göstermiştir. Nitekim 2, 3 ve 4. aylarda sırasıyla 0°C’de 9.45, 9.19 ve 10.17 ml.CO₂/kgh; 5°C’de ise 11.43, 14.54 ve 16.31 ml.CO₂/kgh değerlerine ulaşmıştır (Şekil 4.18).

MJ uygulamaları ilk aylarda solunum hızını düşürmüştür. Ancak ilerleyen dönemde etkisi izlenememiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının solunum hızına (ml.CO₂/kg/h) etkisi

Raf ömrü denemelerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Solunum hızı üzerinde her iki yılda da sıcaklığın etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Her 2 yılda ve sıcaklık düzeyinde MJ dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.19).

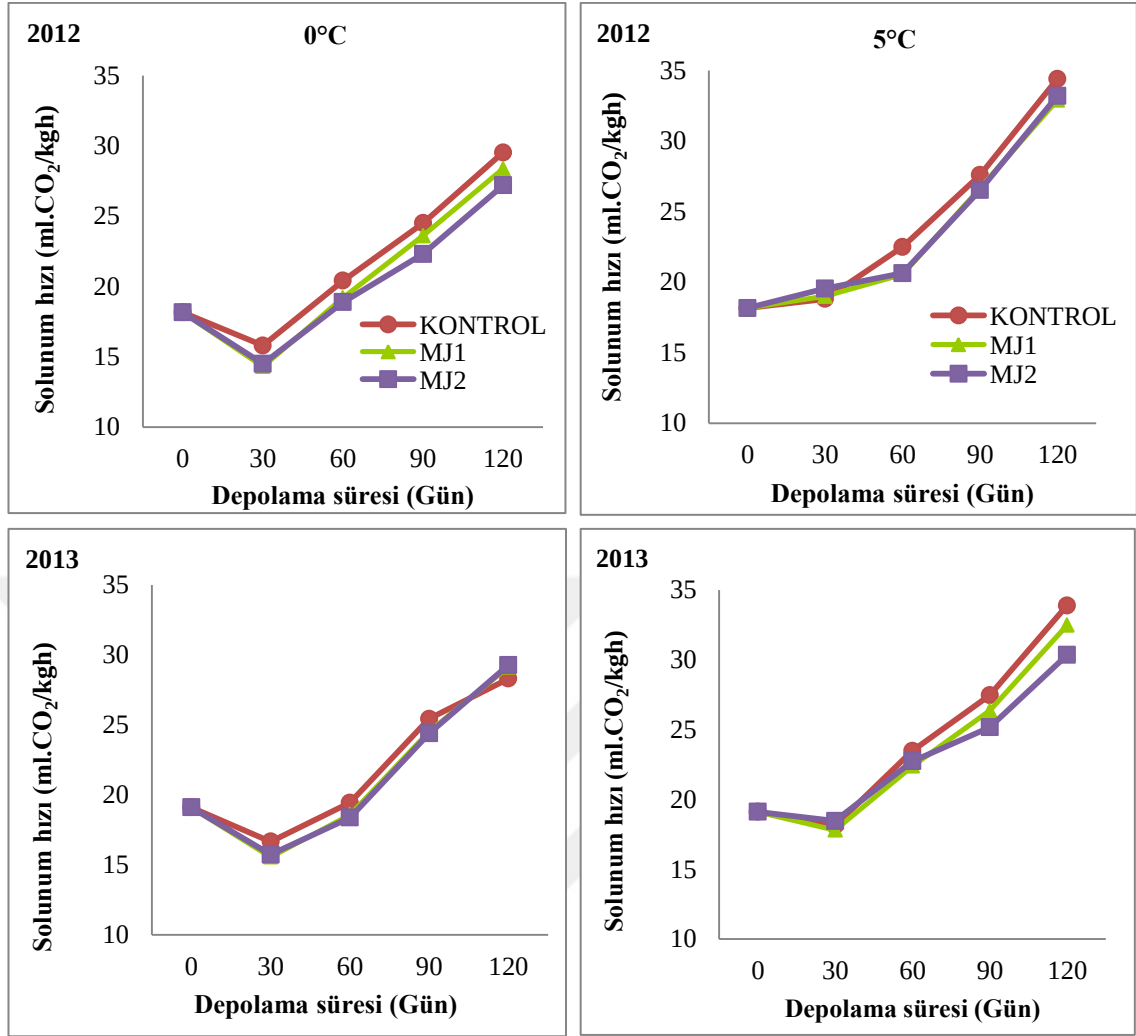
Çizelge 4.16 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda solunum hızına (ml.CO₂/kgh) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	18.16±0.16	18.16±0.16	19.11±0.19	19.11±0.19
1	0	15.80±0.34 a ¹	18.80±0.40 b #	16.66±0.60 a	18.13±0.67 ab #
	1	14.31±0.81 b	19.00±0.61 b #	15.57±0.50 b	17.81±0.69 b #
	2	14.50±0.23 b	19.54±0.49 a #	15.74±0.28 b	18.46±0.52 a #
2	0	20.41±1.05 a	22.49±0.49 a #	19.44±0.31 a	23.49±1.01 a #
	1	19.19±0.52 b	20.55±0.77 b #	18.59±0.18 b	22.39±0.83 b #
	2	18.89±0.50 b	20.63±0.51 b #	18.38±0.08 b	22.74±0.26 b #
3	0	24.50±1.11 a	27.58±1.52 a #	25.44±1.10 a	27.46±1.01 a #
	1	23.61±0.40 b	26.64±0.46 b #	24.53±0.52 b	26.35±1.00 b #
	2	22.31±1.02 c	26.51±0.39 b #	24.40±0.38 b	25.17±0.96 c #
4	0	29.52±0.55 a	34.39±1.07 a #	28.31±0.29 b	33.90±1.02 a #
	1	28.36±0.29 b	32.90±1.04 b #	29.15±0.59 a	32.49±0.85 b #
	2	27.19±0.37 c	33.19±0.89 b #	29.28±0.24 a	30.36±0.78 c #

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.19 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda solunum hızına (ml.CO₂/kg/h) etkisi

Şekil 4.19’den da görülebileceği gibi solunum hızı sıcaklığa bağlı olarak hızla artmıştır. 0°C ve 5°C’deki başlangıçta 18.63 ml.CO₂/kg/h olan solunum hızı değeri sırasıyla 1. ayda 15.43 ve 18.62 ml.CO₂/kg/h, 4.ayda ise 28.63 ve 32.87 ml.CO₂/kg/h’e ulaşmıştır. Enfeksiyonun şiddeti de solunum hızının artmasını tetiklemiştir. Raf ömrü denemelerinde MJ uygulamalarının doz farkı 3. aydan itibaren daha belirgin görülmüştür (Şekil 4.19).

4.2.3 Diş rengi

4.2.3.1 L (Parlaklık) değeri

Çizelge 4.17 ve şekil 4.20’de 2 yıl süresince deneme konularına göre belirlenen parlaklık değerleri görülmektedir. Çizelge 4.17’den de görüldüğü gibi yapılan istatistiki analizler sonucunda 1. yılda 0°C’nin ve 2. yılda 5°C’nin 1. ayı dışında MJ dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ancak her iki MJ dozunun etkisi aylara göre farklılık gösterdiğinden tüm aylarda sabit etkili MJ dozu belirlenememiştir.

Denemenin 1. ve 2. yılında depolama öncesi L (parlaklık) değeri 85.18 ve 85.59 iken, depolama süresinin artışıyla parlaklık değeri düşmeye başlamış ve 4. ayın sonunda 74.10 ve 77.09 olmuştur. Parlaklık değerine sıcaklığın etkisi belirgin olmuş, 0°C’de depolananlarda 3. aya kadar, 5°C’de depolananlarda ise 2. aya kadar başlangıç değerine yakın bir düzeyde kalmıştır.

Çizelge 4.17 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda L değerine etkisi

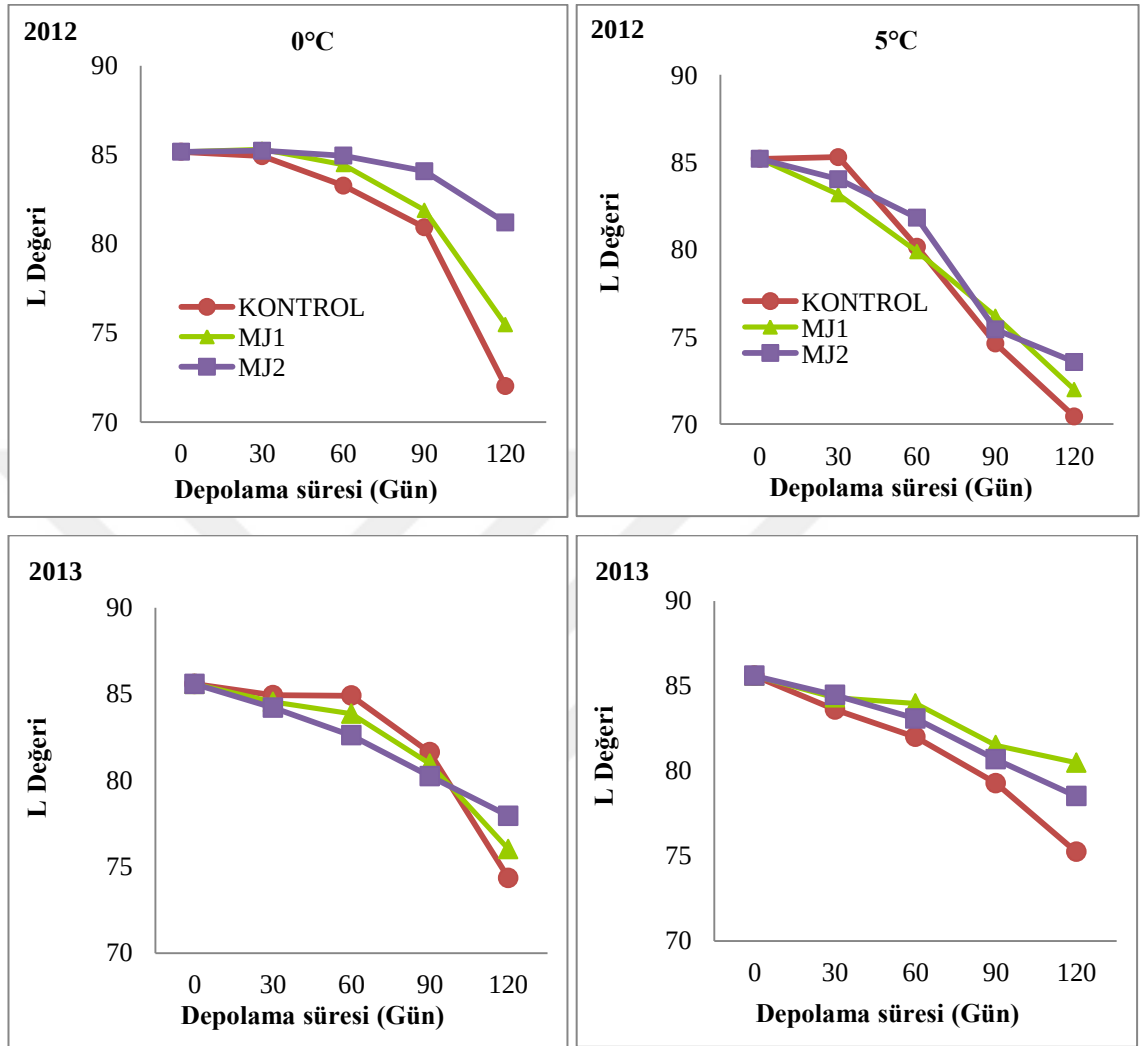
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	85.18±0.31	85.18±0.31	85.59±0.55	85.59±0.55
1	0	84.93±0.88 a ¹	85.28±0.50 a	84.94±0.09 a	84.60±0.18 a
	1	85.32±0.54 a	83.14±0.23 b	84.54±0.24 ab	84.31±0.34 a
	2	85.24±0.72 a	84.02±0.53 ab	84.21±0.15 b	84.46±0.34 a
2	0	83.28±0.01 b	79.15±0.31 b #	82.91±0.04 ab	82.00±0.34 b #
	1	84.46±0.22 a	79.87±1.17 b #	83.86±0.68 a	82.96±0.07 a
	2	84.96±0.19 a	81.80±0.34 a #	82.61±0.69 b	82.58±0.31 a
3	0	80.93±0.06 b	74.60±0.53 b #	81.62±0.19 a	75.27±0.57 b #
	1	81.89±0.84 b	76.16±0.54 a #	80.96±0.77 ab	76.51±0.09 a #
	2	84.09±0.04 a	75.41±0.80 a #	80.25±0.33 b	77.68±0.11 a #
4	0	72.02±0.26 c	70.42±0.61 b #	74.35±0.28 b	70.24±0.59 c #
	1	75.47±1.87 b	71.93±1.04 b #	76.01±0.70 ab	72.48±0.09 b #
	2	81.20±0.45 a	73.54±0.42 a #	77.94±0.37 a	73.52±0.08 a #

K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

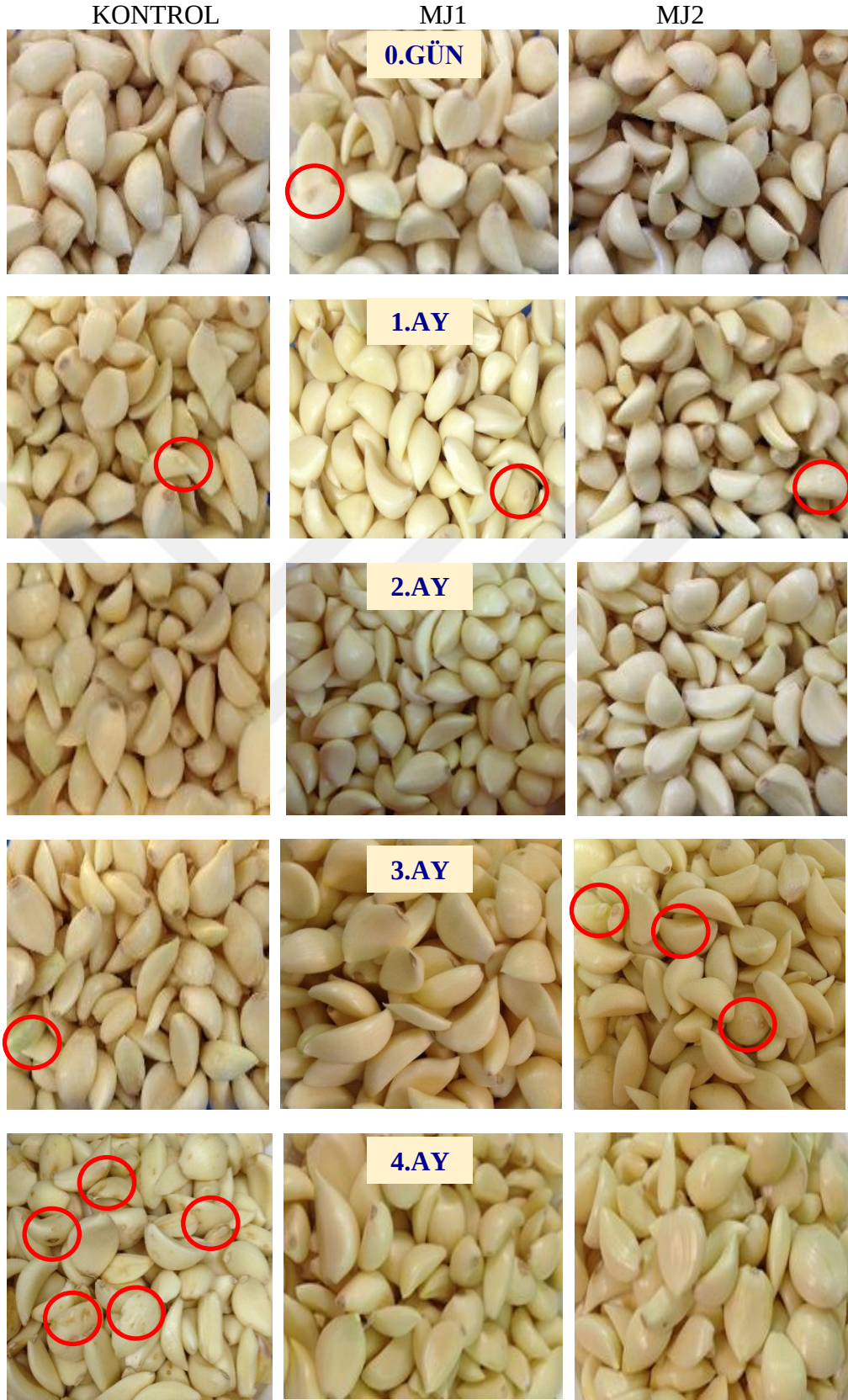
#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

MJ uygulamaları kontrole kıyasla L değerini koruyucu etkide bulunmuştur (Şekil 4.20).

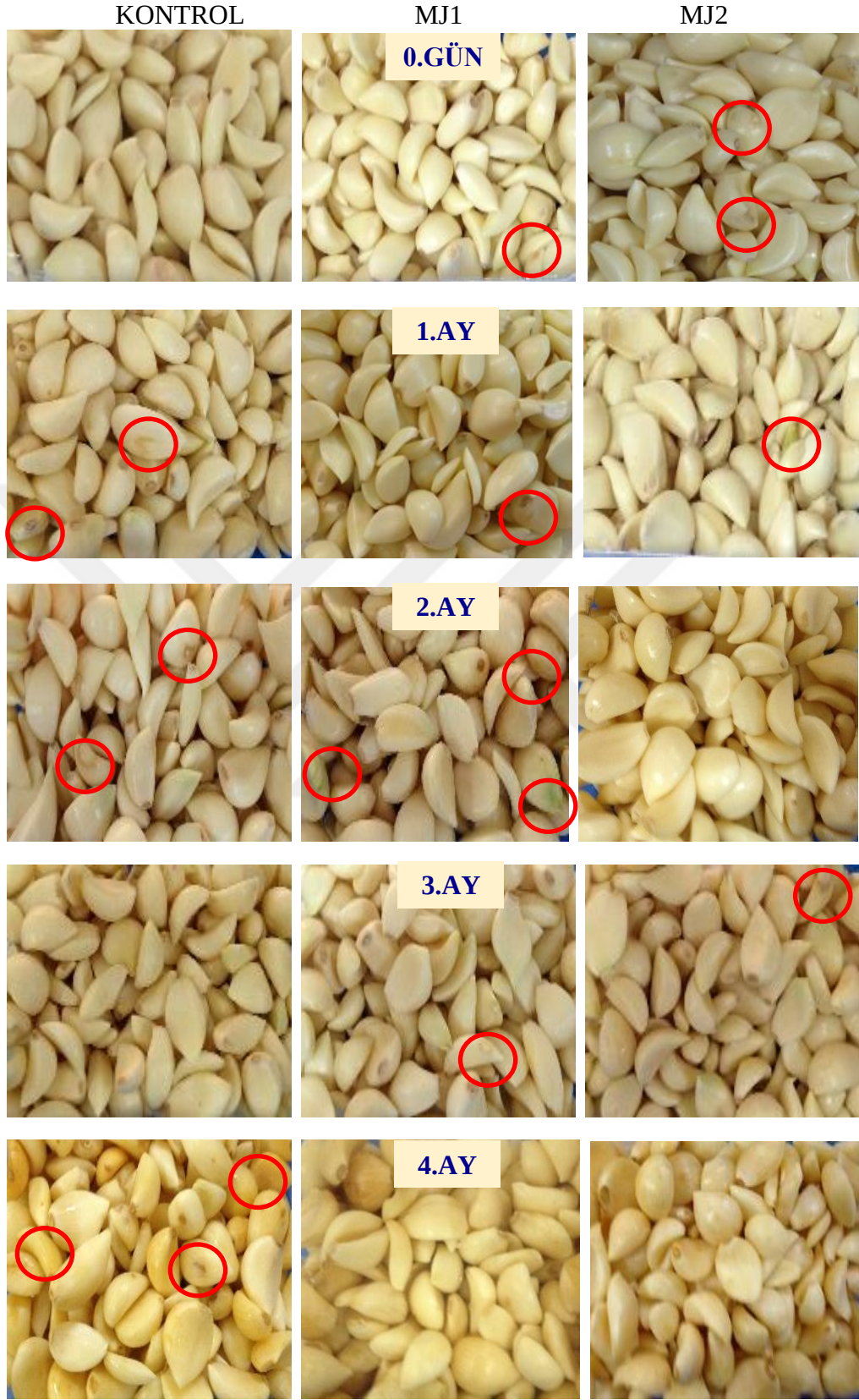


Şekil 4.20 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının L değerine etkisi

Depolama süresince sarımsaklarda mekanik zararlanmaya bağlı parlaklık ve doku değişimleri şekil 4.21 ve 22’nin incelenmesinden de anlaşılabilmektedir.

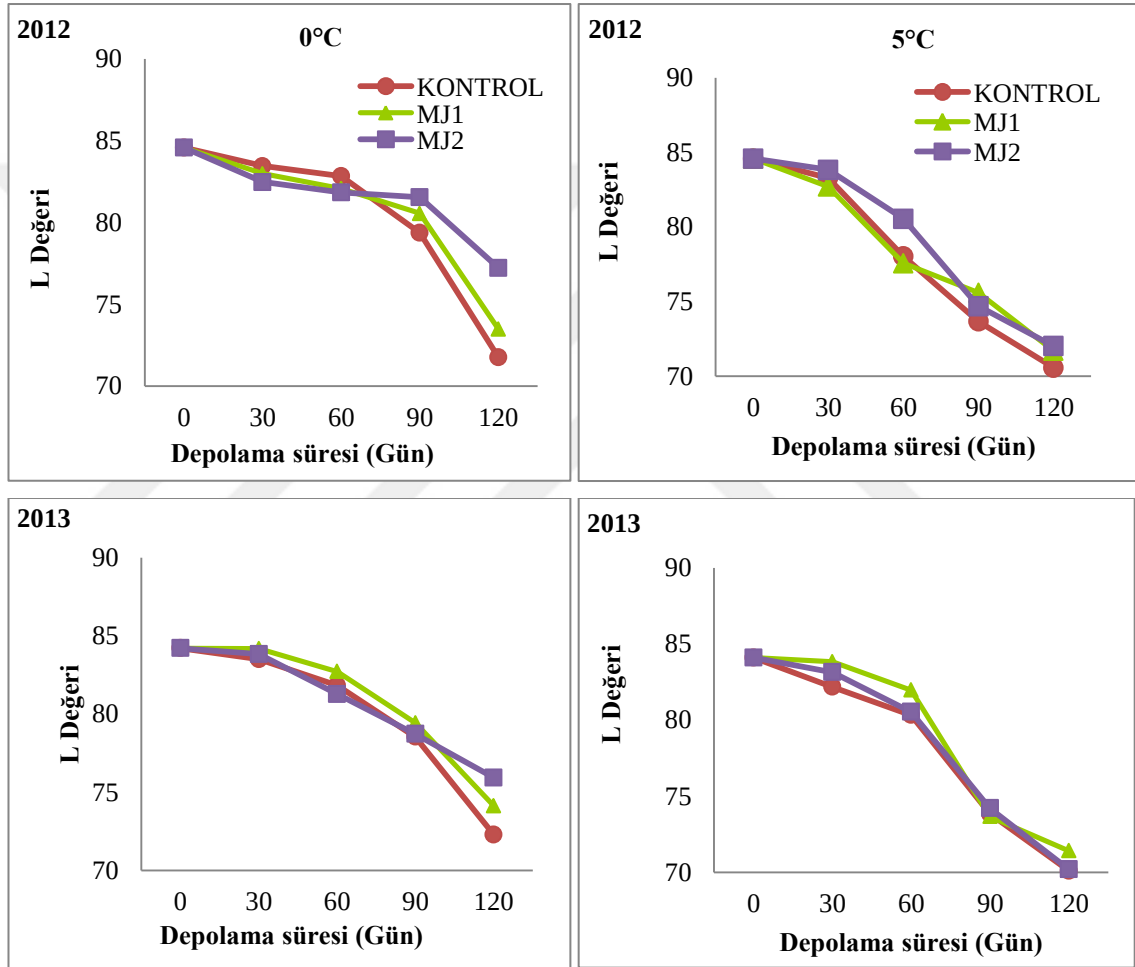


Şekil 4.21 0°C sıcaklıkta MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına MJ uygulamalarının etkisi



Şekil 4.22 5°C sıcaklıkta MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına MJ uygulamalarının etkisi

Soyulmuş dişlerde raf ömrü denemeleri sonunda L değerlerinin değişimi çizelge 4.18 ve şekil 4.23’de görülmektedir. Depolama öncesi L değeri 1. ve 2. yılda 84.59 ve 84.20 iken, 4 aylık depolama sonrasındaki raf ömrü denemelerinde 72.96 ve 72.34 olarak belirlenmiştir. Buna göre denemenin her iki yılında da raf ömrü L değerlerinin düzenli olarak azaldığı tespit edilmiştir. MJ uygulamaları kontrol grubu ile kıyaslandığında az farkla da olsa L değerini koruduğu saptanmıştır.

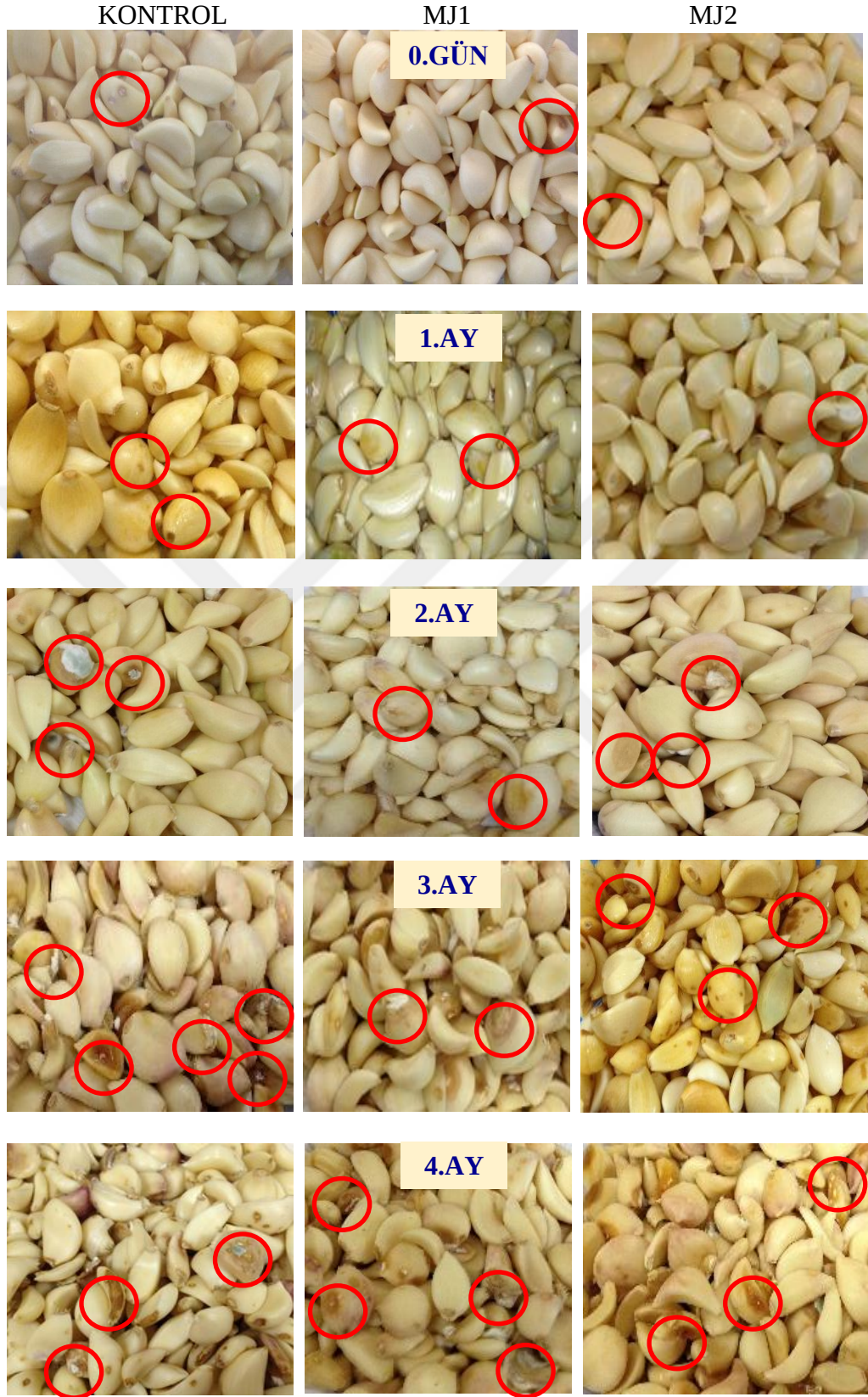


Şekil 4.23 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanmış soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda L değerine etkisi

Depolama sonrası raf ömrü denemelerine alınan sarımsak dişleri düşük sıcaklıktan oda sıcaklığına geçirildiğinde ortam sıcaklık ve nemine bağlı olarak dişlerin parlaklığında gözle görülür bir azalma olmuştur (Şekil 4.24 ve 4.25).



Şekil 4.24 0°C’de MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına raf ömrü sonunda MJ uygulamalarının etkisi



Şekil 4.25 5°C’de MAP’de depolanan sarımsak dişlerinin parlaklığına raf ömrü sonunda MJ uygulamalarının etkisi

Raf ömrü denemelerinde MJ dozları arasındaki istatistiki olarak önemli bir fark bulunmuşsa da belirgin bir MJ dozunun etkisinden söz edilememiştir. Buna karşılık 1. yılın ilk ayı, 2. yılın ise ilk 2 ayı haricinde tüm aylarda sıcaklıklar arası fark istatistiki olarak %5 hata düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda L değerine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	84.59±0.52	84.59±0.52	84.20±0.30	84.20±0.30
1	0	83.46±1.21 a ¹	83.29±0.69 a	83.50±0.37 a	82.19±0.10 b
	1	82.99±0.98 a	82.71±0.25 b	84.18±0.71 a	83.84±0.43 a
	2	82.48±1.21 b	83.84±0.95 a	83.83±0.05 a	83.15±0.16 a
2	0	82.84±1.14 a	78.03±0.27 b #	81.82±0.25 b	80.33±0.12 b
	1	82.08±0.38 ab	77.57±0.52 b #	82.71±0.74 a	81.97±0.41 a
	2	81.84±0.95 b	80.55±0.58 a	81.27±0.07 b	80.54±0.41 b
3	0	79.37±0.42 b	73.68±0.19 b #	78.54±0.44 a	73.84±0.22 a #
	1	80.56±0.31 ab	75.59±0.62 a #	79.43±0.62 a	73.66±0.41 a #
	2	81.54±0.26 a	74.70±0.32 ab #	78.73±0.06 a	74.22±0.52 a #
4	0	71.77±0.86 b	70.57±0.62 b #	72.29±0.50 c	70.10±0.56 b #
	1	73.49±0.82 ab	71.70±0.98 a #	74.13±0.56 b	71.42±0.39 a #
	2	77.23±0.65 a	72.02±0.92 a #	75.93±0.16 a	70.20±0.50 b #

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

4.2.3.2 Kroma değeri

MJ uygulamalarının MAP'de depolanan soyulmuş sarımsak dişlerinin kroma değerine etkisi çizelge 4.19 ve şekil 4.26'da görülmektedir. Kroma değerlerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde her 2 yılda da sıcaklık düzeyleri arasındaki fark 3 ve 4. ayda istatistiki olarak önemli çıkmıştır (p≤0.05) (Çizelge 4.19). MJ dozları arasındaki fark 1. yılda her iki sıcaklıkta da %5 hata düzeyinde önemli bulunurken 2. yılda 0°C sıcaklıkta tüm aylarda önemsiz bulunmuş, 5°C'de ise 1. ay dışında istatistiki fark önemli çıkmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda kroma değerine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	17.33±0.32	17.33±0.32	17.48±0.38	17.48±0.38
1	0	18.82±0.28 a ¹	18.18±0.60 a	18.66±0.41 a	18.56±0.28 a
	1	17.82±0.19 b	17.71±0.36 b	18.22±0.16 a	18.44±0.48 a
	2	18.06±0.58 ab	18.04±0.40 a	18.32±0.53 a	18.21±0.63 a
2	0	19.40±0.46 a	19.99±0.23 a	20.89±0.94 a	20.26±0.35 a
	1	18.15±0.59 b	18.60±0.64 b	20.17±0.73 a	19.19±0.58 b
	2	18.47±0.62 b	18.99±0.80 b	20.54±0.46 a	20.02±0.41 b
3	0	20.69±0.39 a	22.75±0.60 a #	21.80±0.47 a	22.61±0.28 a #
	1	19.04±0.33 b	21.00±0.33 b #	21.14±0.22 a	21.89±0.023 b
	2	18.96±0.18 b	21.07±0.14 b #	21.40±0.17 a	21.90±0.30 b
4	0	21.92±0.29 a	24.57±0.38 a #	22.77±0.80 a	25.61±0.43 a #
	1	20.19±0.56 b	23.56±0.57 b #	22.13±0.39 a	24.09±0.11 b #
	2	20.63±0.36 b	23.93±0.22 b #	22.52±0.56 a	23.82±0.46 b #

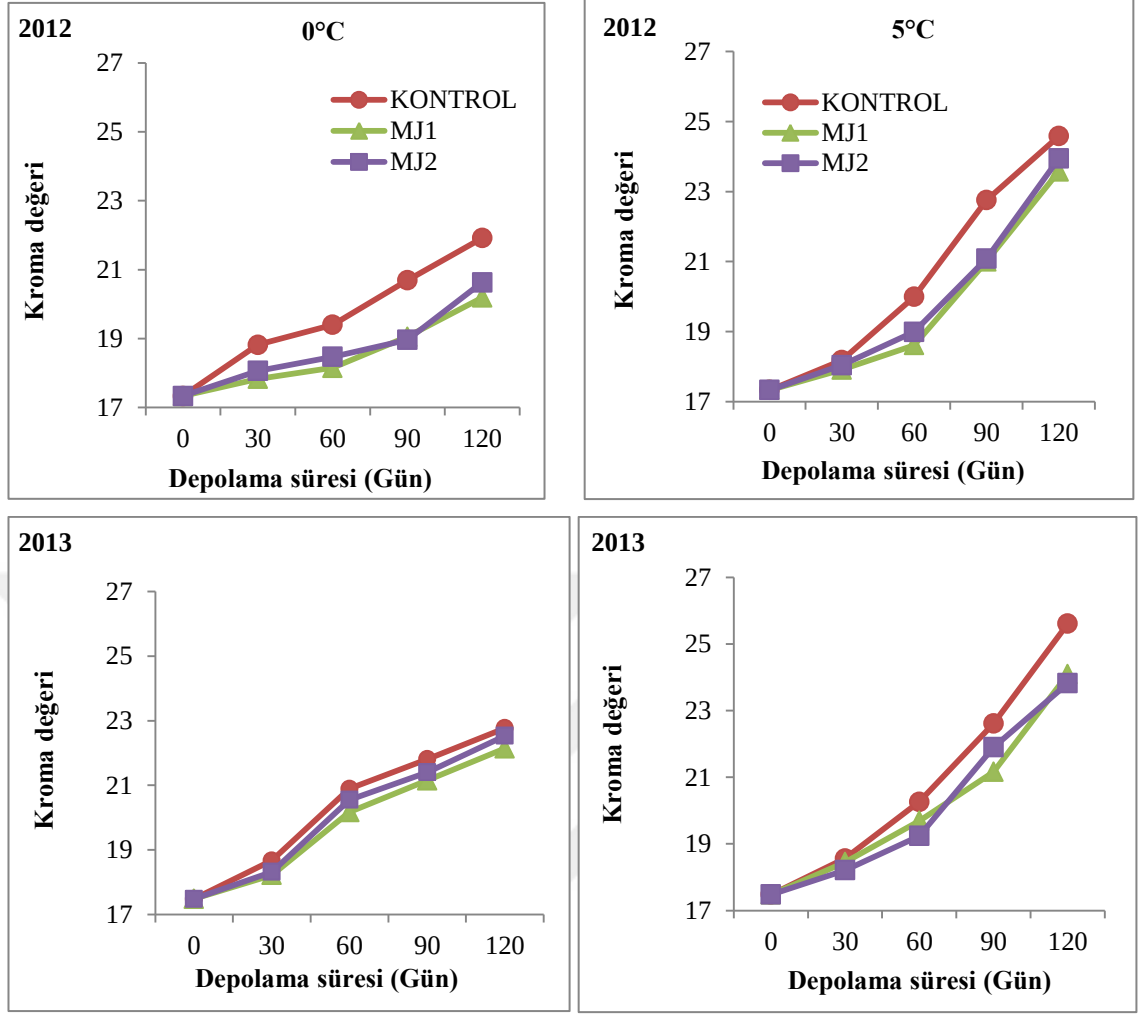
K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Kroma değerlerini gösteren şekil 4.26 incelendiğinde, depolama öncesi 2 yıl ortalaması olarak 17.40 olan kroma değeri, depolama süresinin ilerlemesiyle artış göstererek her iki yılda da 4 aylık depolama sonunda 0°C’de 21.69’a, 5°C’de ise 24.26’ya ulaşmıştır. Artış miktarı 3. aydan itibaren hız kazanmıştır. 5°C’de kroma değerindeki artışlar daha fazla olmuştur.

MJ uygulanan sarımsakların kroma değeri depolama süresince kontrole kıyasla daha düşük oranda artış göstermiştir. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde 10⁻³ M MJ dozunun daha etkili olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4.26 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının kroma değerine etkisi

Raf ömrü denemeleri sonunda kroma değerlerindeki değişim çizelge 4.20 ve şekil 4.27’de verilmiştir.

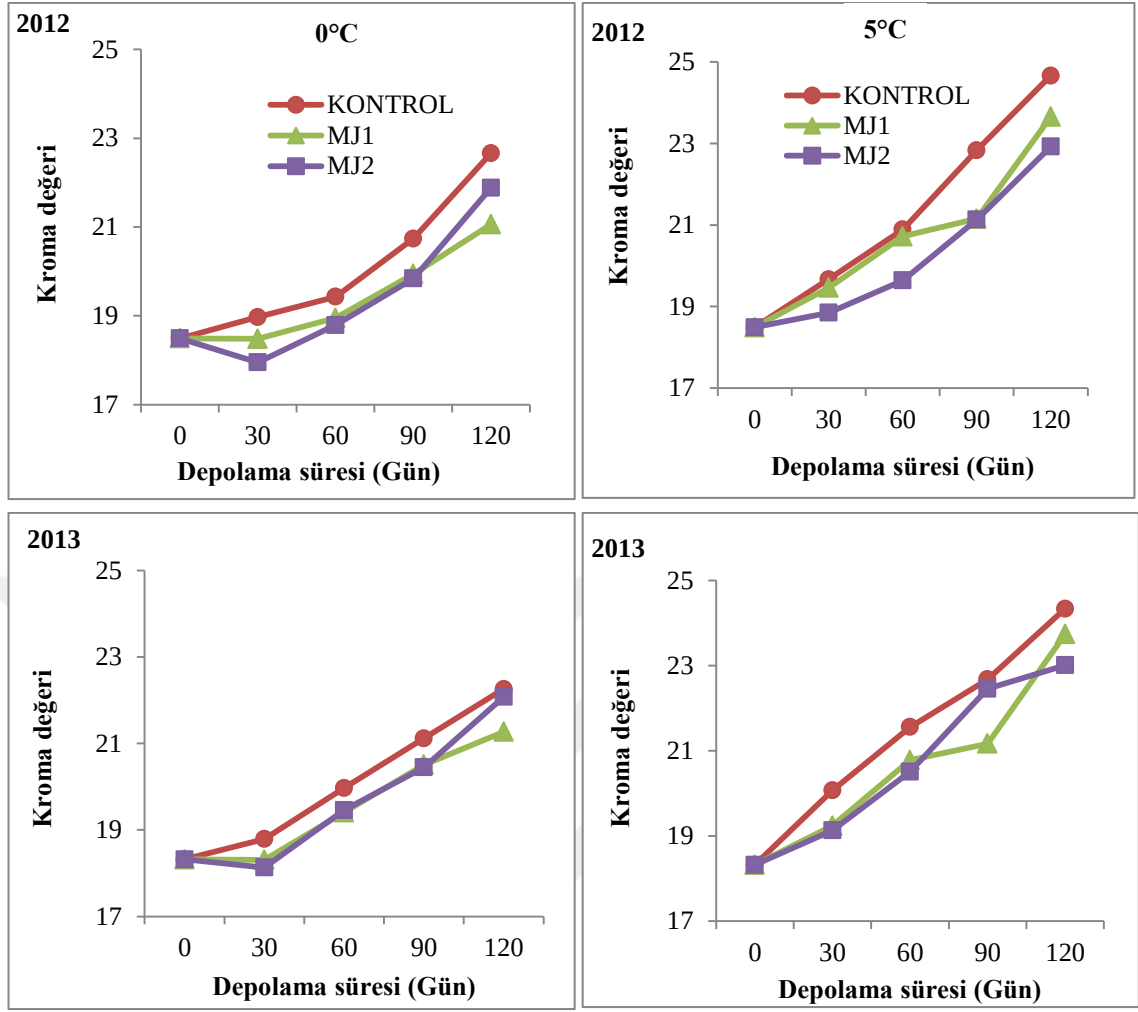
Çizelge 4.20 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda kroma değerine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	18.49±0.09	18.49±0.09	18.32±0.59	18.32±0.59
1	0	18.97±0.32 a ¹	19.67±0.08 a #	18.79±0.29 a	20.07±0.44 a #
	1	18.48±0.45 a	19.46±0.16 a #	18.30±0.36 ab	19.24±0.65 b #
	2	17.95±0.63 b	18.85±0.39 b #	18.13±0.44 b	19.13±0.56 b #
2	0	19.43±0.08 a	20.89±0.78 a #	20.07±0.69 a	21.56±0.29 a #
	1	18.95±0.05 b	20.72±0.66 a #	19.41±0.78 b	20.77±0.48 b #
	2	18.79±0.36 b	19.64±0.82 b #	19.46±0.61 b	20.51±0.29 b #
3	0	20.73±0.44 a	22.82±0.61 a #	21.12±0.69 a	22.68±0.63 a #
	1	19.94±0.65 b	21.14±0.51 b #	20.51±0.56 b	21.17±0.54 b #
	2	19.84±0.56 b	21.12±0.11 b #	20.45±0.11 b	22.46±0.42 a #
4	0	22.66±0.06 a	24.65±0.28 a #	22.26±0.26 a	24.34±0.36 a #
	1	21.06±0.08 c	23.65±0.36 b #	21.27±0.29 b	23.74±0.54 ab #
	2	21.88±0.06 b	22.92±0.70 c #	22.08±0.36 a	23.01±0.23 b #

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.27 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda kroma değerine etkisi

Kroma değerindeki artış yönünden denemenin her iki yılında da MJ dozları ve sıcaklık dereceleri arasındaki farklar istatistiki düzeyde önemli çıkmıştır ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.20). Raf ömrü denemelerinde de kroma değeri ve sıcaklık derecesi bağlı olarak artış göstermiştir. Buna göre, raf ömrü başlangıcında 1. yılda ortalama 18.49; 2. yılda ise 18.32 olan kroma değeri, 4.ayın sonunda 1.yılda 22.80’e, 2. yılda 22.78’e ulaşmıştır. Her iki deneme yılında da MJ uygulaması yapılan sarımsakların raf ömrü kroma değerlerindeki artış kontrol grubuna kıyasla bir miktar daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.27).

4.2.3.3 Açı (°) değeri

MJ uygulamasının 0°C ve 5°C’de depolanan soyulmuş sarımsak dişlerinin, renk tonu göstergesi olan açı (°) değerlerine etkisi çizelge 4.21 ve şekil 4.28’de görülmektedir.

Çizelge 4.21’den de görülebileceği üzere, denemenin 1. yılında 0°C’de depolanan sarımsaklarda MJ dozları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş, 5°C’de depolanan sarımsaklarda ise 1. ay dışında istatistiksel farklar %5 hata düzeyinde önemli bulunmuştur. Denemenin 2. yılında ise her iki sıcaklık düzeyinde de MJ dozları arasındaki fark 1. ay hariç tüm aylarda istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Aynı şekilde her iki sıcaklık düzeyi arasındaki fark 1. ay hariç tüm aylarda istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda açı değerine (°) etkisi

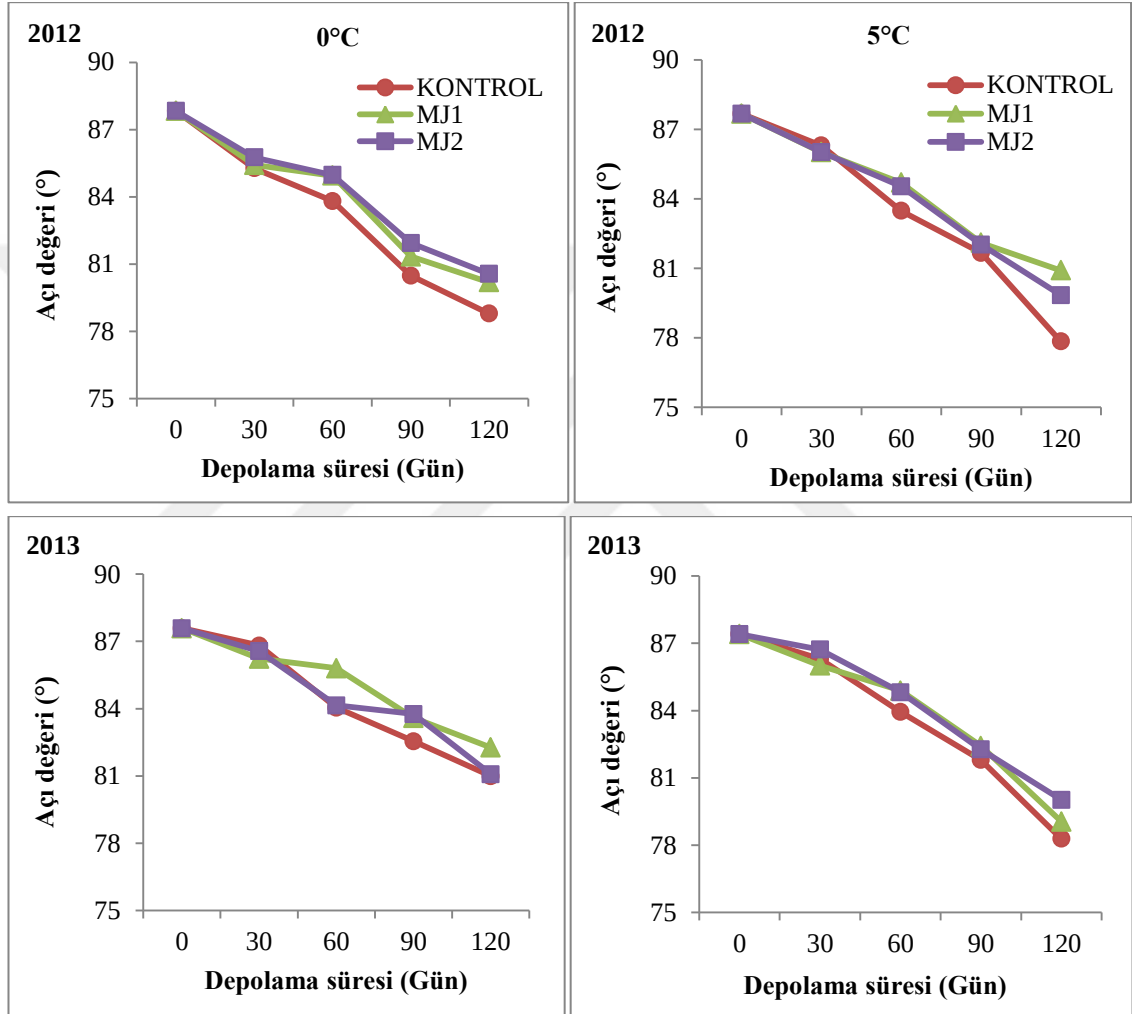
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	87.83±0.18	87.83±0.18	87.59±0.66	87.59±0.66
1	0	86.54±0.27 b ¹	86.30±0.45 a	86.82±0.21 a	86.30±0.36 a
	1	87.28±0.33 a	86.80±0.72 a	86.22±0.33 a	86.00±0.09 a
	2	87.80±0.42 a	86.02±0.60 a	86.57±0.26 a	86.72±0.28 a
2	0	84.99±0.56 b	83.48±0.49 b #	84.05±0.19 b	83.94±0.50 b
	1	86.53±0.35 a	84.69±0.70 a #	85.80±0.28 a	84.89±0.01 a #
	2	85.20±0.02 b	84.54±0.49 a	84.15±0.53 b	84.82±0.13 a
3	0	82.36±0.03 b	81.65±0.66 b	82.54±0.55 b	81.79±0.57 b
	1	83.88±0.08 a	82.10±0.17 a #	83.59±0.39 a	82.42±0.44 a #
	2	83.39±0.44 a	82.01±0.80 a #	83.75±0.50 a	82.26±0.36 a #
4	0	80.61±0.16 b	77.83±0.39 c #	80.99±0.12 b	78.28±0.28 b #
	1	81.28±0.81 a	80.90±0.93 a #	82.27±0.31 a	79.05±0.17 b #
	2	81.46±0.18 a	79.84±0.48 b #	81.08±0.14 b	80.02±0.18 a #

K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p \leq 0.05$).

#: Sıcaklık farkı önemlidir ($p \leq 0.05$).

Şekil 4.28'den de görülebileceği gibi depolama öncesi her iki yılda da 87.59-87.83 arasında değişen aç değeri 1. yılda depolama sonunda ortalama 80.32'ye, 2. yılda ise 80.28'e düşmüştür. Renk tonunun korunmasında nispeten 0°C'de depolama daha etkili bulunmuştur. Her iki yıl ve sıcaklık düzeyinde MJ uygulamalarında kontrol grubuna kıyasla aç değerindeki düşüşler daha az olmuştur.



Şekil 4.28 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C'de MA'de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının aç değerine etkisi

Raf ömrü denemelerinin istatistiki analiz sonuçları çizelge 4.22’de verilmiştir. Buna göre, her iki yılda 2. aydan itibaren sıcaklık farkı istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bununla birlikte 1. yılda 0°C’de 1. ay, 5°C’de 1 ve 2. ay hariç diğer tüm aylarda MJ dozları arasındaki fark önemli olmuştur. 2. yılda tüm aylarda MJ dozları arasındaki fark istatistiki olarak %5 hata düzeyinde önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.22 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda açıcı değerine (°) etkisi

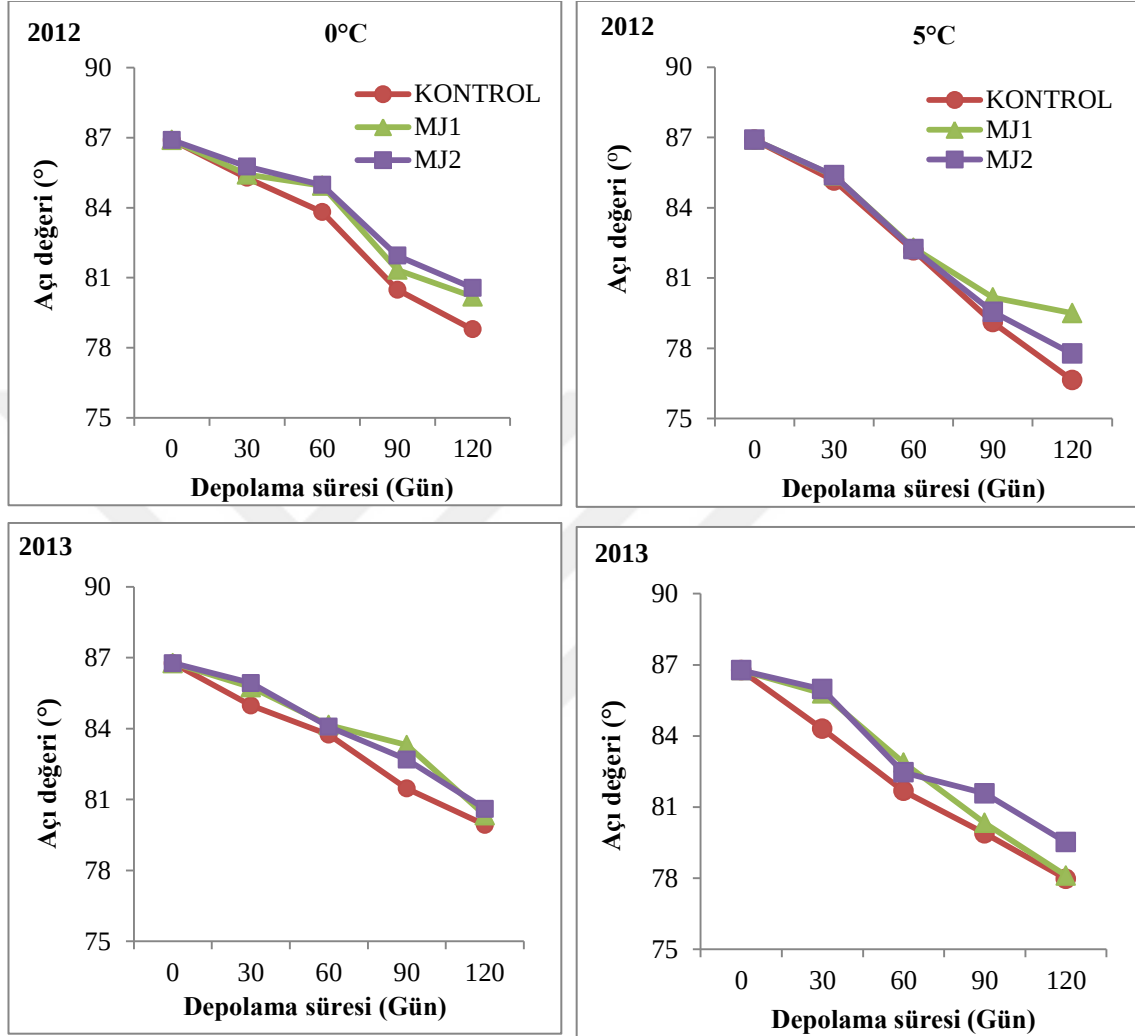
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	86.90±0.41	86.90±0.41	86.77±0.86	86.77±0.86
1	0	85.27±0.18 a ¹	85.16±0.21 a	84.98±0.08 b	84.29±0.36 b
	1	85.42±0.29 a	85.48±0.19 a	85.74±0.47 a	85.79±0.36 a
	2	85.76±0.36 a	85.39±0.41 a	85.92±0.29 a	85.97±0.29 a
2	0	83.80±0.29 b	82.17±0.76 a #	83.73±0.38 b	81.68±0.18 b #
	1	84.93±0.59 a	82.29±0.33 a #	84.14±0.42 a	82.87±0.73 a #
	2	84.97±0.66 a	82.22±0.69 a #	84.08±0.46 a	82.45±0.50 a #
3	0	80.48±0.89 b	79.11±0.19 b #	81.46±0.50 c	79.89±0.94 c #
	1	81.33±0.94 a	80.23±0.29 a #	83.30±0.38 a	80.32±0.46 b #
	2	81.94±0.18 a	79.54±0.45 ab #	82.69±0.30 b	81.58±0.66 a #
4	0	78.79±0.26 b	76.63±0.37 c #	79.93±0.59 b	77.97±0.47 b #
	1	80.19±0.51 a	79.50±0.06 a	80.34±0.44 a	78.11±0.75 b #
	2	80.56±0.55 a	77.77±0.08 b #	80.61±0.08 a	79.52±0.36 a #

K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Raf ömrü denemelerinde de aç ı değ erleri, depolama sıras ındak i değ iş ime paralel bir geliş me izlemiştir (şekil 4.29).



şekil 4.29 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyluşmuş diş lerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda aç ı değ erine etkisi

Nitekim, depolama öncesi 1 ve 2. yılda ortalama 86.83 olan aç ı değ erleri, 1. ay örneklerinde 1. yılda 0°C ve 5°C’de 85.48 ve 85.34’e düş erken 2. yılda 0°C’de 85.54, 5°C’de ise 85.35’e düş tğ ü saptanmıştır. Denemenin her 2 yılında da depolama sıcaklığına bağ lı olarak raf ömrü aç ı değ erlerinin düş tğ ü tespit edilmiştir. Bununla birlikte 5°C’deki düş üř hızlı olmuştur. MJ uygulamaları raf ömrü aç ı değ erlerindeki düş üşü bir miktar engelleyebilmiştir.

4.2.4 Diş sertliği

Depolama sıcaklığı ve MJ uygulamaları diş sertliği üzerinde de etkili olmuştur (Çizelge 4.23 ve Şekil 4.30). Yapılan istatistiki analizler sonucunda, 1. yılda tüm aylarda, 2. yılda ise 1. ay dışında sıcaklık farkı %5 hata seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte denemenin 1. yılında 0°C’de tüm aylarda, 5°C’de ise 2 ve 4. ayda; 2. yılda 0°C’de 4. ayda, 5°C’de ise 1. ayda MJ dozları arası fark istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda sertlik (N) değeriine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	12.28±0.16	12.28±0.16	12.51±0.25	12.51±0.25
1	0	10.33±0.08 b ¹	10.10±0.76 a	11.06±0.12 a	10.41±0.53 b
	1	11.00±0.45 a	10.00±0.73 a #	11.46±0.14 a	11.02±0.23 a
	2	11.10±0.36 a	10.17±0.73 a #	11.38±0.12 a	11.10±0.26 a
2	0	10.13±0.08 b	9.33±0.18 b #	11.00±0.15 a	10.07±0.18 a #
	1	11.03±0.14 a	9.93±0.08 a #	11.20±0.05 a	10.24±0.17 a #
	2	10.86±0.12 a	9.96±0.14 a #	11.13±0.12 a	10.38±0.15 a #
3	0	10.00±0.15 b	9.10±0.20 a #	10.60±0.06 a	9.56±0.17 a #
	1	10.60±0.17 a	9.30±0.15 a #	10.90±0.15 a	9.78±0.17 a #
	2	10.26±0.29 ab	9.46±0.20 a #	10.78±0.14 a	9.63±0.12 a #
4	0	9.13±0.14 b	8.06±0.08 b #	9.96±0.03 b	8.87±0.14 a #
	1	10.00±0.15 a	8.33±0.31 ab #	10.69±0.10 a	9.19±0.20 a #
	2	9.76±0.26 a	9.00±0.15 a #	10.45±0.11 a	9.26±0.14 a #

K: Başlangıç değeri

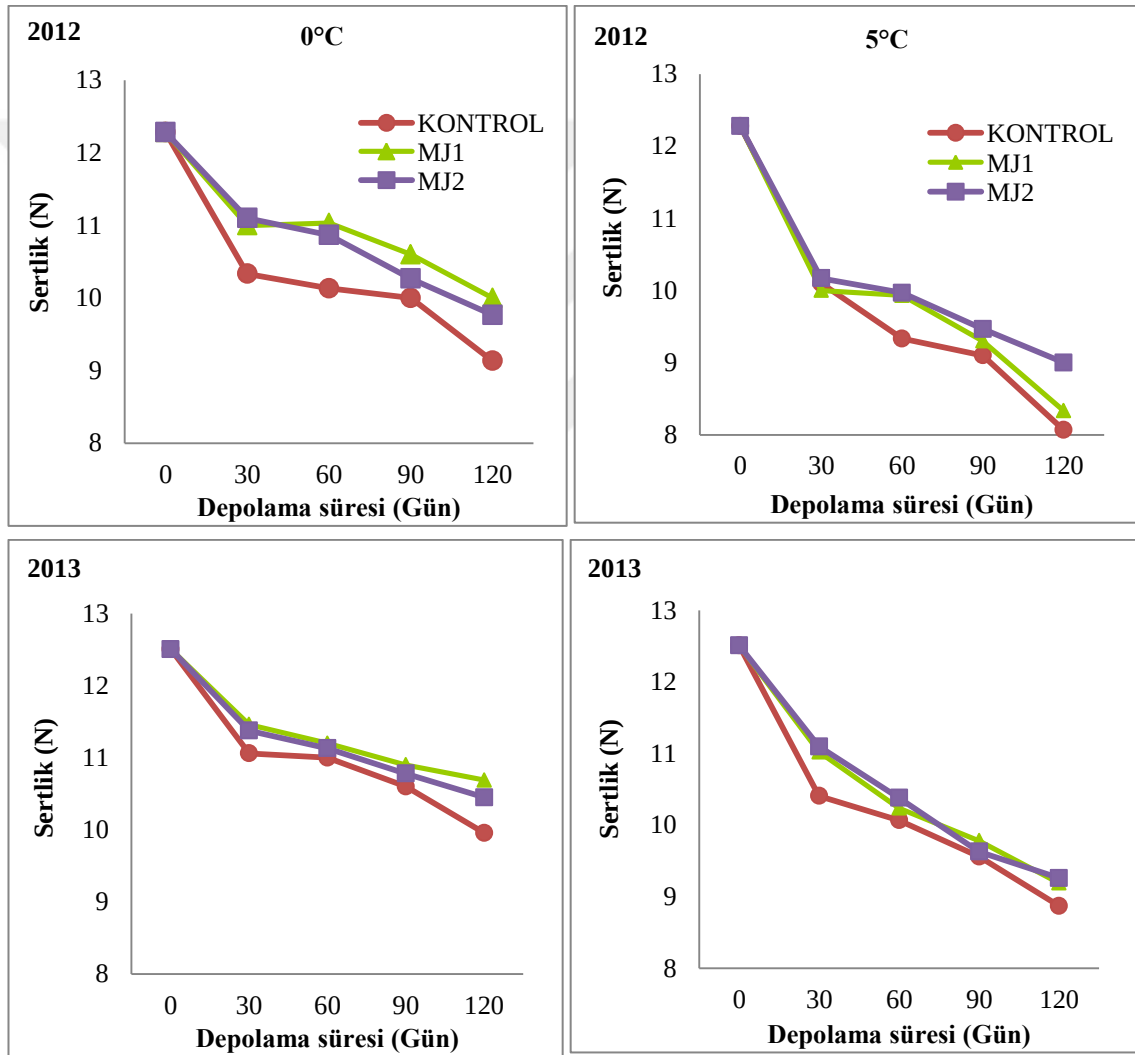
¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Şekil 4.30’dan görülebildiği üzere sarımsakların depolama başlangıcındaki sertlik değeri depolama sıcaklığına bağlı olarak azalma göstermiştir. Buna göre her iki yılda depolama öncesi ortalama 12.39 N olarak belirlenen sertlik değeri 0°C ve 5°C’de 1 aylık depolama sonrasında 11.05 N ve 10.47 N olarak belirlenmiştir. Depolamanın 2, 3 ve 4. ayı sonunda ise sertlik değeri sırasıyla 10.89 ve 9.98 N, 10.52 ve 9.47 N, 9.99 ve 8.78 N olmuştur. Böylelikle denemenin her 2 yılında da depolamanın 1. ayından itibaren sertlik değeriinde düşüşlerin başladığı görülmüştür.

Sertlik kayıplarında sıcaklık düzeyinin etkisi belirgin olmuş ve 0°C'nin 5°C'ye kıyasla sertliğin korunmasında daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

MJ uygulamaları kontrol grubuna kıyasla az farkla da olsa sertlik kayıplarını azaltmada daha etkili bulunmuştur. MJ dozlarının etkinliğine bakıldığında ise, denemenin her iki yılında da tüm aylarda her iki MJ dozu arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz çıkmış olup sertlik korunmasında etkili doz belirlenememiştir.



Şekil 4.30 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C'de MA'de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının sertlik (N) değerine etkisi

Raf ömrü denemelerinde sıcaklığın sertlik üzerindeki etkisi ve MJ dozlarının kontrole göre etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24). Raf ömrü denemelerinde sertlik (N) değerlerindeki değişim çizelge 4.24 ve şekil 4.31’de sunulmuştur. Buna göre, raf ömrü başlangıcında her iki yılda ortalama 10.78 N olarak belirlenen sertlik değeri, 0°C ve 5°C’de sırasıyla 1. ayda 10.14 ve 9.41 N’a, 2. ayda 9.94 ve 9.07 N’a, 3. ayda 9.45 ve 8.54 N’a ve 4. ayın sonunda 8.90 N ve 8.02 N’a düşmüştür. 5°C’de raf ömrü denemelerinde 0°C’deki raf ömrü denemelerine kıyasla sertlik miktarlarındaki azalışın daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Deneme periyodunda tüm aylarda MJ uygulamalarının sertlik değeri üzerine koruyucu etkisi belirgin olmuş, az farkla da olsa sertliği muhafaza ettiği belirlenmiştir.

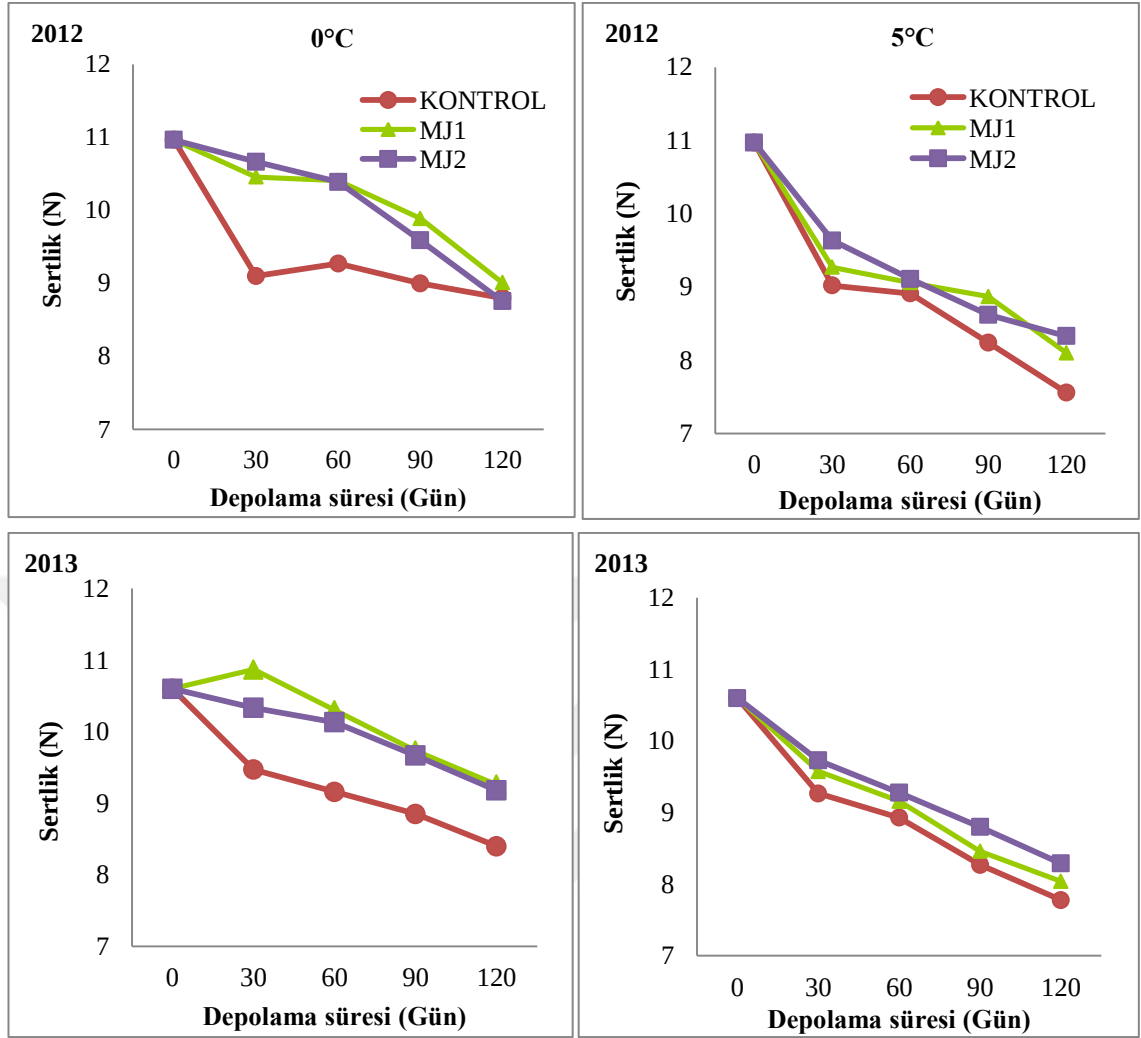
Çizelge 4.24 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda sertlik (N) değerine etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	10.96±0.14	10.96±0.14	10.60±0.14	10.60±0.14
1	0	9.10±0.11 b ¹	9.02±0.81 b	9.47±0.24 b	9.26±0.29 b
	1	10.46±0.43 a	9.27±0.73 ab #	10.86±0.31 a	9.58±0.12 a #
	2	10.67±0.33 a	9.63±0.76 a #	10.33±0.12 a	9.73±0.29 a #
2	0	9.27±0.08 b	8.91±0.14 a	9.16±0.21 b	8.93±0.21 a
	1	10.41±0.15 a	9.06±0.17 a #	10.30±0.05 a	9.16±0.08 a #
	2	10.39±0.15 a	9.11±0.14 a #	10.13±0.03 a	9.28±0.23 a #
3	0	9.00±0.20 b	8.24±0.21 b #	8.85±0.14 b	8.27±0.18 b #
	1	9.89±0.14 ab	8.87±0.20 a #	9.73±0.13 a	8.46±0.03 ab #
	2	9.59±0.20 a	8.62±0.30 a #	9.66±0.08 a	8.80±0.30 a #
4	0	8.80±0.14 a	7.56±0.37 b #	8.40±0.17 b	7.78±0.15 b #
	1	9.01±0.18 a	8.10±0.26 a #	9.26±0.08 a	8.04±0.15 ab #
	2	8.76±0.26 a	8.33±0.15 a	9.18±0.05 a	8.29±0.23 a #

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.31 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda sertlik (N) değerine etkisi

4.2.5 Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı

SÇKM miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.25’de verilmiştir. Buna göre, her iki sıcaklık düzeyinin SÇKM miktarı üzerindeki etkisi istatistiki olarak 2. ay hariç tüm aylarda önemli olmuştur. MJ doz farkı ise 1. yılda 5°C’nin 2. ayı, 2. yılda ise yine 5°C’nin 3. ayı dışında istatistiki olarak %5 hata düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi

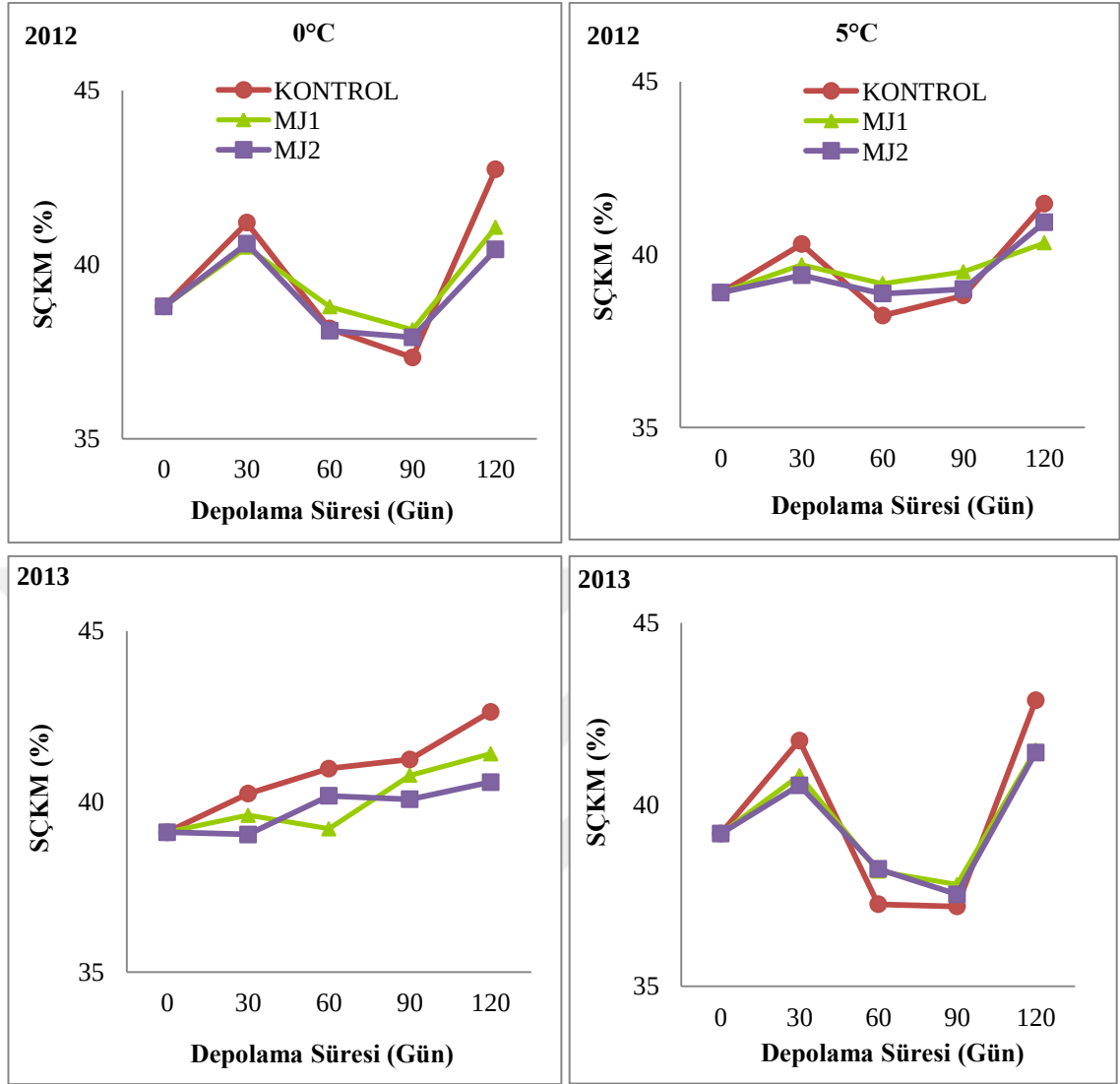
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	38.90±0.60	38.90±0.60	39.10±0.41	39.10±0.41
1	0	40.30±0.30 a ¹	41.20±0.32 a #	40.23±0.24 ab	41.76±0.78 a #
	1	39.70±0.52 b	40.50±0.51 b #	40.60±0.15 a	40.80±0.32 b
	2	39.40±0.32 b	40.60±0.17 b #	39.70±0.88 b	40.53±0.26 b #
2	0	38.23±0.23 b	38.16±0.27 a	37.96±0.28 b	37.26±0.31 b
	1	39.16±0.08 a	38.79±0.08 a	38.20±2.59 a	38.17±0.54 a
	2	38.87±0.45 ab	38.10±0.30 a	38.16±0.52 a	38.23±1.97 a
3	0	38.81±0.16 b	37.33±0.38 b #	38.16±0.20 b	37.20±0.94 a #
	1	39.50±0.40 a	38.13±0.49 a #	38.76±0.96 ab	37.80±0.47 a #
	2	39.00±0.05 ab	37.91±0.20 ab #	39.06±0.43 a	37.53±0.97 a #
4	0	41.46±0.82 a	42.73±0.12 a #	41.63±0.27 a	42.86±0.96 a #
	1	40.33±0.16 b	41.07±0.29 b #	41.40±0.87 a	41.50±0.40 b
	2	40.93±0.16 ab	40.43±0.06 c	40.50±0.40 b	41.43±0.97 b #

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Denemenin 1. yılında ortalama %38.90, 2 yılında ise %39.10 olarak kaydedilen depolama başlangıcı SÇKM miktarı, depolamanın sonunda 1. yılda %40.33-42.73, 2. yılda ise %40.50-42.86 arasında değişim göstermiştir. Deneme süresince her 2 yılda da düzenli değişimler saptanamamıştır. SÇKM miktarının değişiminde MJ uygulamalarının etkisi belirgin olmamıştır. Öte yandan, depolama sıcaklığı düzeylerinin etkisi daha belirgin bulunmuştur (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının SÇKM (%) miktarına etkisi

Raf ömrü denemelerinin her iki yılında da elde edilen SÇKM değerleri üzerine sıcaklığın etkisi 2. ay hariç istatistiki olarak önemli bulunurken, MJ’ın etkisi depolama sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermiş ve aradaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi

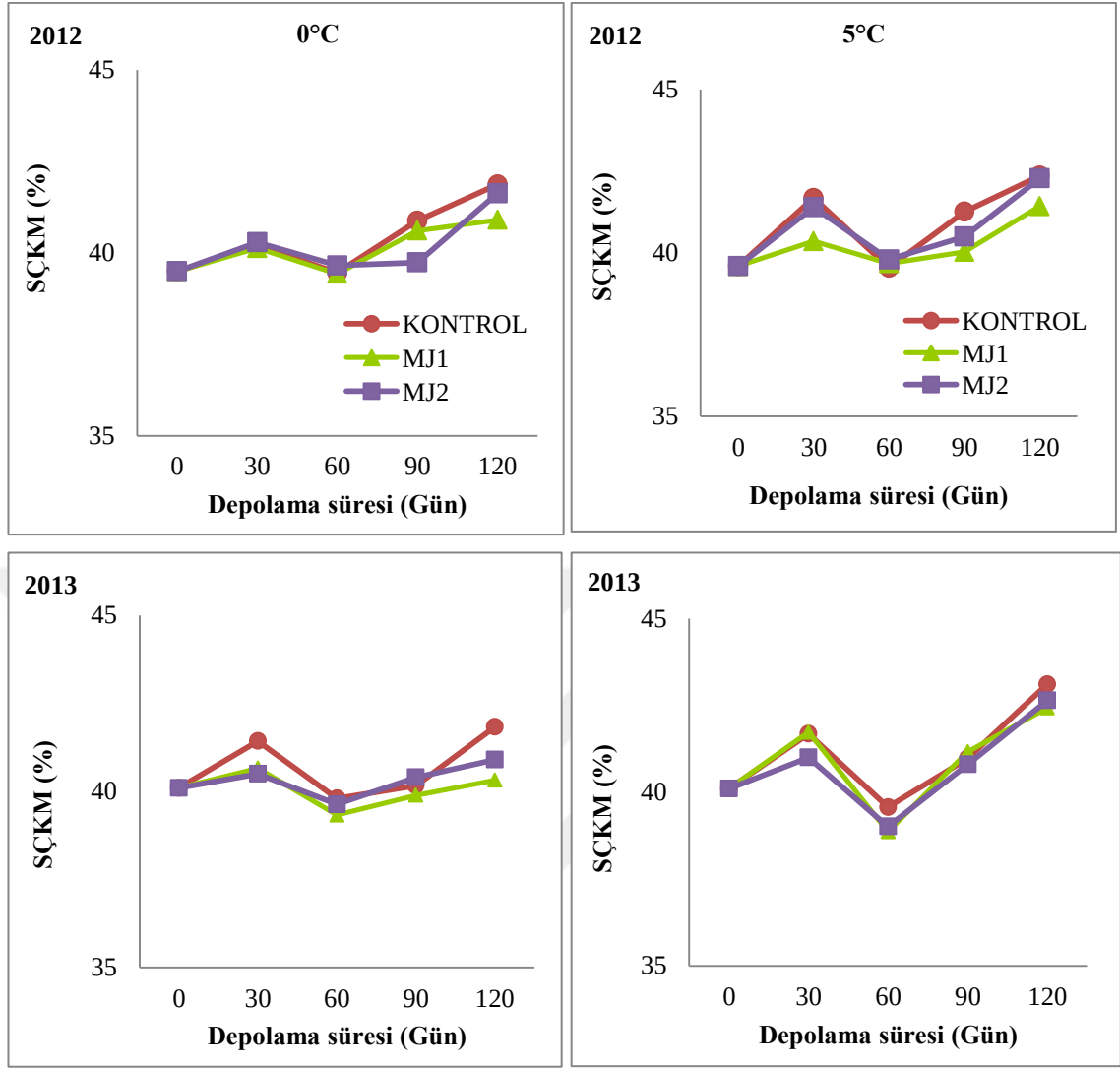
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	39.50±0.21	39.50±0.21	40.10±0.29	40.10±0.29
1	0	40.20±0.20 a ¹	41.68±0.08 a #	41.43±1.91 a	41.68±1.05 a
	1	40.13±0.20 a	41.36±0.21 a #	40.66±2.83 b	41.73±1.63 a #
	2	40.29±0.24 a	41.40±0.26 a #	40.50±1.86 b	41.20±2.42 b #
2	0	39.46±0.17 a	39.55±0.05 a	39.80±2.01 a	39.57±0.96 a
	1	39.43±0.13 a	39.68±0.21 a	39.33±2.54 a	38.86±1.58 b
	2	39.66±0.23 a	39.80±0.20 a	39.63±1.65 a	39.31±2.17 ab
3	0	40.88±0.08 a	41.26±0.26 a #	40.16±2.36 a	40.97±0.61 b #
	1	40.60±0.05 a	40.03±0.18 b	39.89±1.77 a	41.16±0.82 a #
	2	39.74±0.23 b	40.50±0.32 b #	40.40±1.27 a	40.80±1.86 b
4	0	41.87±0.15 a	42.36±0.28 a #	41.83±2.24 a	43.11±0.75 a #
	1	40.90±0.28 b	41.43±0.31 b #	40.32±1.53 b	42.43±0.73 b #
	2	41.63±0.38 a	42.28±0.33 a #	40.90±0.11 b	42.64±0.75 b #

K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Raf ömrü denemelerinde belirlenen SÇKM miktarı ile ilgili veriler şekil 4.33’de görülmektedir. Şekil incelendiğinde, raf ömrü denemelerinde başlangıçta SÇKM miktarı ilk yılda ortalama %39.50 iken, 2. yılda %40.10 olarak belirlenmiştir. Ancak 4.ayın sonuna gelindiğinde SÇKM miktarı artarak ilk yılda %40.90-42.36, 2. yılda ise %40.32-43.11 arasında değişim göstermiştir. 5°C’deki örneklerin SÇKM miktarlarındaki artış, 0°C ’ye göre daha fazla olmuştur. MJ uygulamaların SÇKM miktarına etkisi net olarak belirlenememiştir.



Şekil 4.33 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda SÇKM (%) miktarına etkisi

4.2.6 Titre edilebilir asitlik miktarı

Soyulmuş sarımsak dişlerinde depolama sıcaklığı ve MJ uygulamalarının titre edilebilir asitlik miktarı (TEA) üzerine (%) etkisi çizelge 4.27 ve şekil 4.34’de verilmiş olup sıcaklık derecesinin etkisi ilk yılda 4. ayda, 2. yılda ise 2, 3 ve 4. ayda istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. MJ dozları arasındaki fark ise ilk yılda her 2 sıcaklık derecesinde de 4. ayda, 2. yılda ise 5°C’de 2 ve 4. ayda önemli çıkmıştır ($p \leq 0.05$).

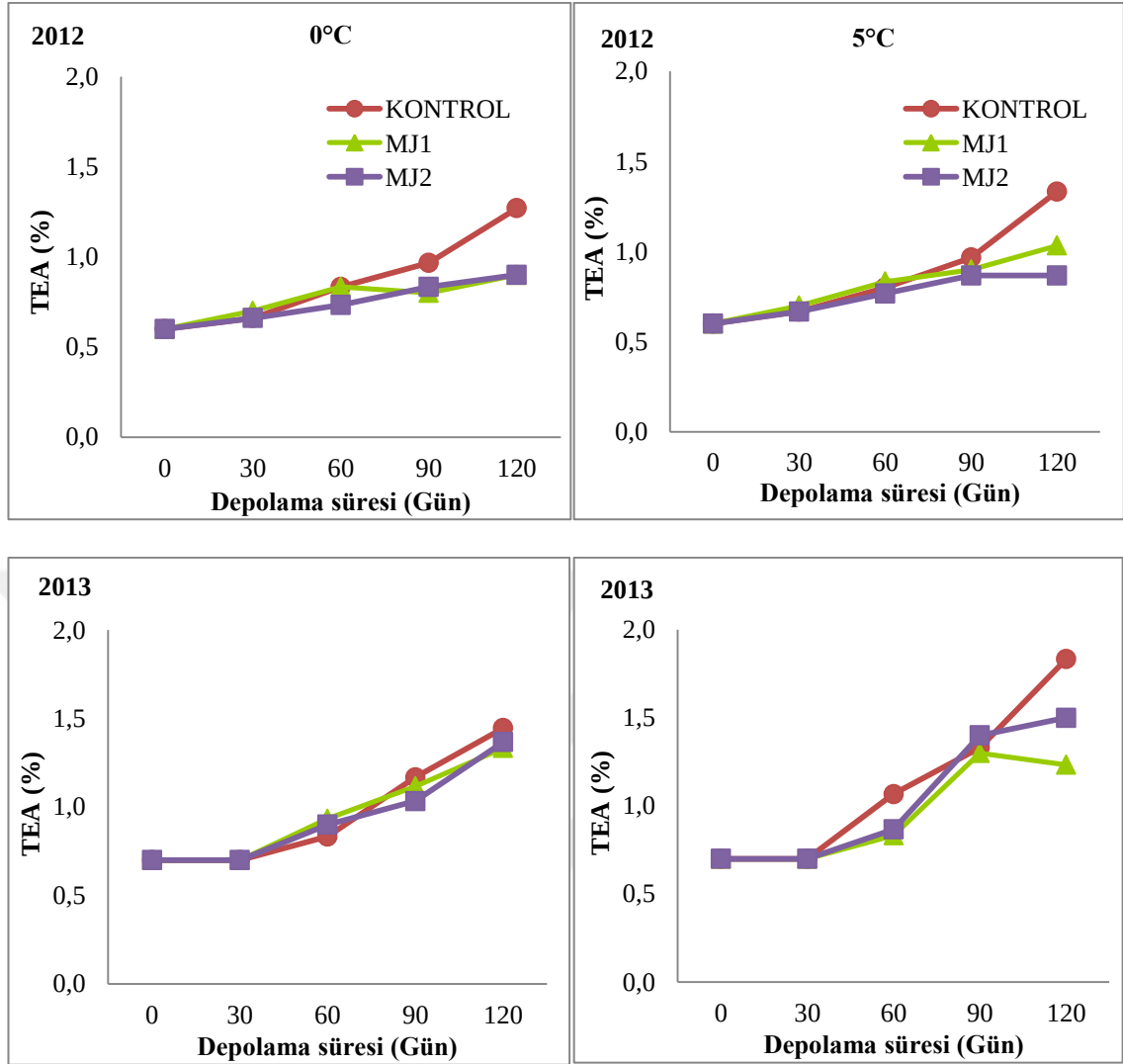
Çizelge 4.27 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	0.60±0.03	0.60±0.03	0.70±0.03	0.70±0.03
1	0	0.66±0.03 a ¹	0.66±0.03 a	0.70±0.03 a	0.70±0.03 a
	1	0.70±0.03 a	0.70±0.05 a	0.70±0.03 a	0.70±0.03 a
	2	0.66±0.03 a	0.66±0.03 a	0.70±0.03 a	0.70±0.03 a
2	0	0.83±0.03 a	0.80±0.00 a	0.83±0.03 a	1.06±0.03 a #
	1	0.83±0.03 a	0.83±0.03 a	0.93±0.03 a	0.83±0.03 b
	2	0.73±0.03 a	0.76±0.03 a	0.90±0.03 a	0.86±0.03 b
3	0	0.96±0.03 a	0.96±0.03 a	1.16±0.08 a	1.33±0.05 a #
	1	0.80±0.05 a	0.90±0.05 a	1.12±0.03 a	1.30±0.05 a #
	2	0.83±0.03 a	0.86±0.03 a	1.03±0.03 a	1.40±0.03 a #
4	0	1.26±0.05 a	1.33±0.05 a #	1.44±0.06 a	1.83±0.06 a #
	1	0.90±0.03 b	1.03±0.05 a #	1.33±0.05 a	1.23±0.03 c
	2	0.90±0.03 b	0.86±0.03 b #	1.36±0.06 a	1.50±0.05 b #

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.34 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının titre edilebilir asitlik (TEA) (%) miktarına etkisi

Şekil 4.34’de görüldüğü gibi, depolama başlangıcında 1. yılda ortalama %0.60, 2. yılda ise %0.70 olan TEA (%) depolamanın sonunda, kontrolde depolama öncesine kıyasla 0°C’de %107, 5°C’de ise %143 oranında artmıştır. Bu artış 5°C sıcaklıkta daha belirgin olmuştur.

Aynı şekilde raf ömrü denemelerinde de TEA yönünden benzer sonuçlar alınmıştır (Çizelge 4.28 ve Şekil 4.35). Yapılan istatistiki analizlerde her iki yılda da sadece 3 ve 4 ay depolanmış örneklerde MJ dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Her 2 yılda sıcaklık düzeyleri arasındaki fark ise 2, 3 ve 4. ayda istatistiki olarak önemli çıkmıştır. MJ uygulamalarının depolama denemelerindeki yavaşlatıcı etkisi raf ömrü denemelerinde de görülmüş, ancak bu koruma etkisi, istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda titre edilebilir asitlik (%) miktarına etkisi

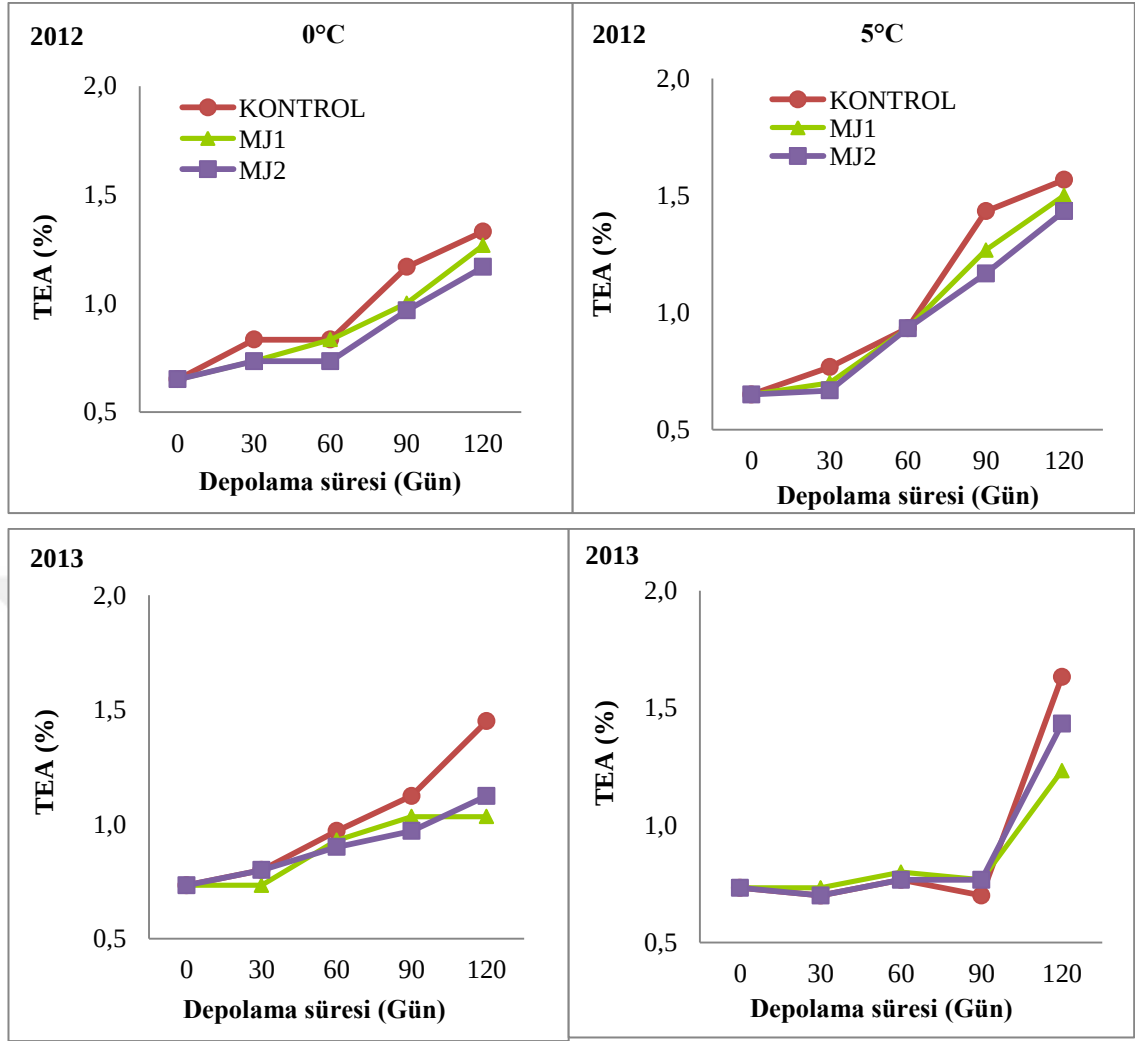
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	0.65±0.04	0.65±0.04	0.73±0.04	0.73±0.04
1	0	0.83±0.03 a ¹	0.76±0.03 a	0.80±0.05 a	0.70±0.03 a
	1	0.73±0.03 a	0.70±0.05 a	0.73±0.03 a	0.73±0.03 a
	2	0.73±0.03 a	0.66±0.03 a	0.80±0.03 a	0.70±0.03 a
2	0	0.83±0.03 a	0.93±0.03 a	0.96±0.05 a	0.76±0.03 a #
	1	0.83±0.03 a	0.93±0.03 a	0.93±0.00 a	0.80±0.05 a #
	2	0.73±0.03 a	0.93±0.03 a #	0.90±0.06 a	0.76±0.03 a #
3	0	1.16±0.03 a	1.43±0.03 a #	1.11±0.03 a	0.90±0.05 a #
	1	1.00±0.05 b	1.26±0.03 b #	1.03±0.03 ab	0.76±0.03 b #
	2	0.96±0.03 b	1.16±0.03 b #	0.96±0.05 b	0.76±0.03 b #
4	0	0.90±0.05 c	1.56±0.03 a #	1.44±0.05 a	1.63±0.06 a #
	1	1.33±0.26 a	1.50±0.05 a #	1.03±0.03 b	1.23±0.03 c #
	2	1.16±0.03 b	1.43±0.03 b #	1.11±0.06 b	1.43±0.03 b #

K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Şekil 4.35 incelendiğinde bu durum daha net olarak anlaşılmaktadır. Buna göre her iki yılda da, TEA’daki artış 5°C’de 3 ay depolanmış örneklerde daha hızlı olmuştur.



Şekil 4.35 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda titre edilebilir asitlik miktarına (%) etkisi

4.2.7 Antioksidan aktivite

Soyulmuş sarımsakların antioksidan aktivitesi (AOA) depolama süresinin artışıyla birlikte azalma göstermiştir. Ancak MJ uygulamaları, AOA kapsamındaki azalışı kontrole kıyasla baskı altına almıştır. Bu yönden uygulamalar arasında ortaya çıkan farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. MJ dozlarından 10^{-3} M MJ uygulaması daha etkili görünmektedir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi

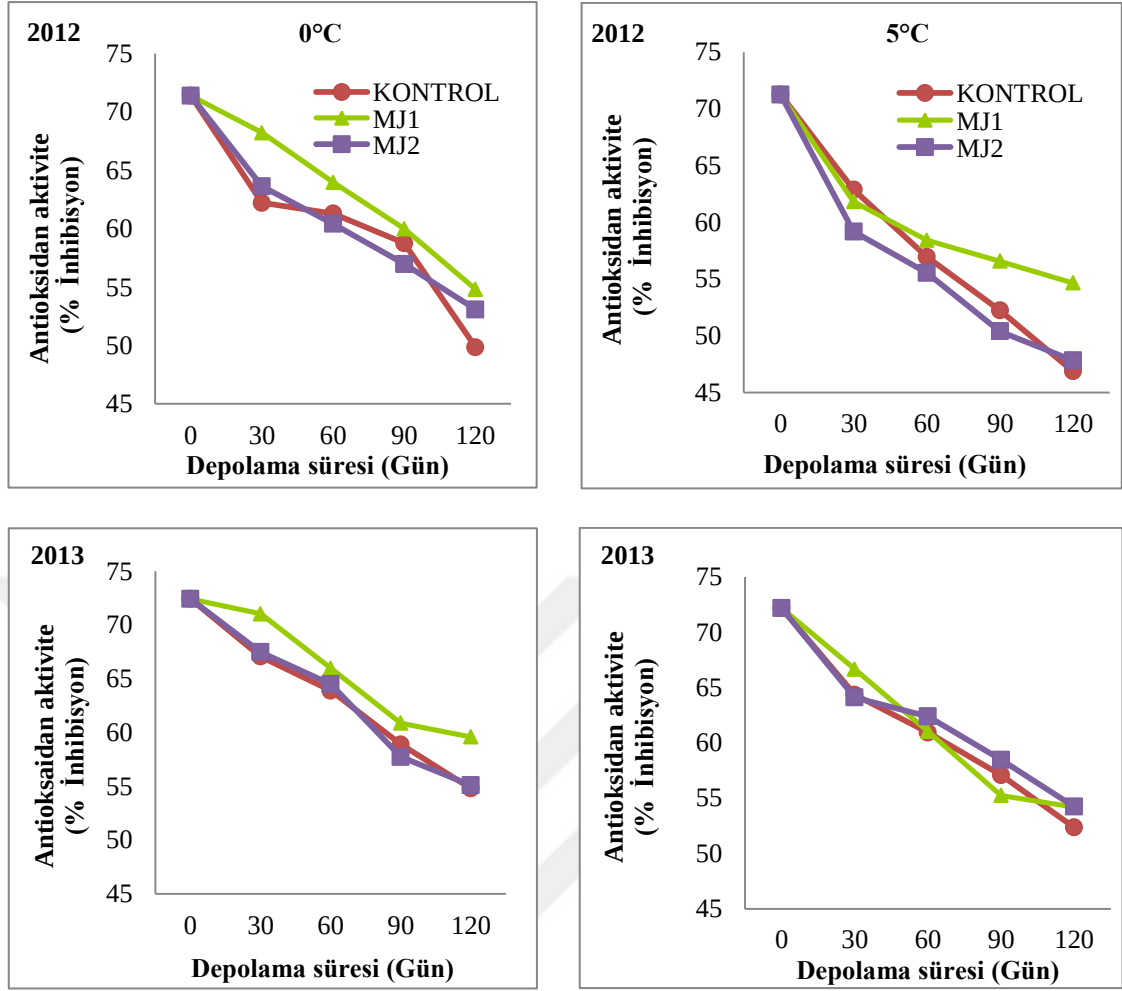
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	71.33±1.10	71.33±1.10	72.30±1.33	72.30±1.33
1	0	62.22±1.10 b ¹	62.89±0.52 a	67.06±0.88 b	64.34±0.06 b #
	1	68.23±0.83 a	61.82±0.53 a #	71.04±0.99 a	66.66±0.13 a #
	2	63.64±0.49 b	59.19 ±0.32 b #	67.47±0.18 b	64.10±0.32 b #
2	0	61.30±0.05 ab	56.96 ±0.09 ab #	63.89±0.34 a	60.93±0.32 a #
	1	63.98±0.21 a	58.42 ±0.08 a #	65.97±0.42 a	61.03±0.64 a #
	2	60.42±0.23 b	55.55 ±0.36 b #	64.51±0.09 a	62.39±0.25 a
3	0	58.77±0.49 a	52.25 ±0.11 b #	58.89±0.63 a	57.08±0.75 a
	1	59.99±0.69 a	56.58 ±0.20 a #	60.87±0.23 a	55.24±0.90 b #
	2	56.98±0.40 b	50.40 ±0.62 b #	57.74±0.14 b	58.47±0.26 a
4	0	49.08±0.11 b	46.88 ±0.66 b #	54.80±0.31 b	52.35±0.20 a
	1	54.82±0.44 a	54.66 ±0.26 a	59.59±0.42 a	54.19±0.35 a #
	2	53.85±0.41 a	47.83 ±0.78 b #	55.10±0.34 b	54.23±0.60 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Depolama öncesi AOA kapsamı 1. yılda % inhibisyon olarak 71.33, 2. yılda ise 72.30 olarak belirlenmiştir. Depolamanın sonunda düzenli azalma göstererek 1. yılda %57.36’ya, 2. yılda ise %60.74’e düşmüştür. Depolama sıcaklıkları dikkate alındığında 2 yıl ortalaması olarak 0°C’de %60.85 olan AOA değeri 5°C’de %57.26 olmuştur (Şekil 4.36).



Şekil 4.36 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi

Depolama sonrası raf ömrü denemeleri sonunda yapılan AOA ölçümlerinin sonuçlarına göre depolama sıcaklıkları arasındaki farklılık 1. yılda tüm aylarda, 2. yılda ise 4. ay dışında istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Raf ömrü denemeleri başlangıcında kontrolde 0°C ve 5°C’de ortalama %69.00 olan AOA, 1 ay depolama sonrası yapılan raf ömrü denemelerinde %63.24 ve 58.49’a düşmüştür (Çizelge 4.30 ve Şekil 4.37). 10^{-3} M MJ dozu AOA düşüşünü nisbeten yavaşlatıcı etkide bulunmuştur.

Çizelge 4.30 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi

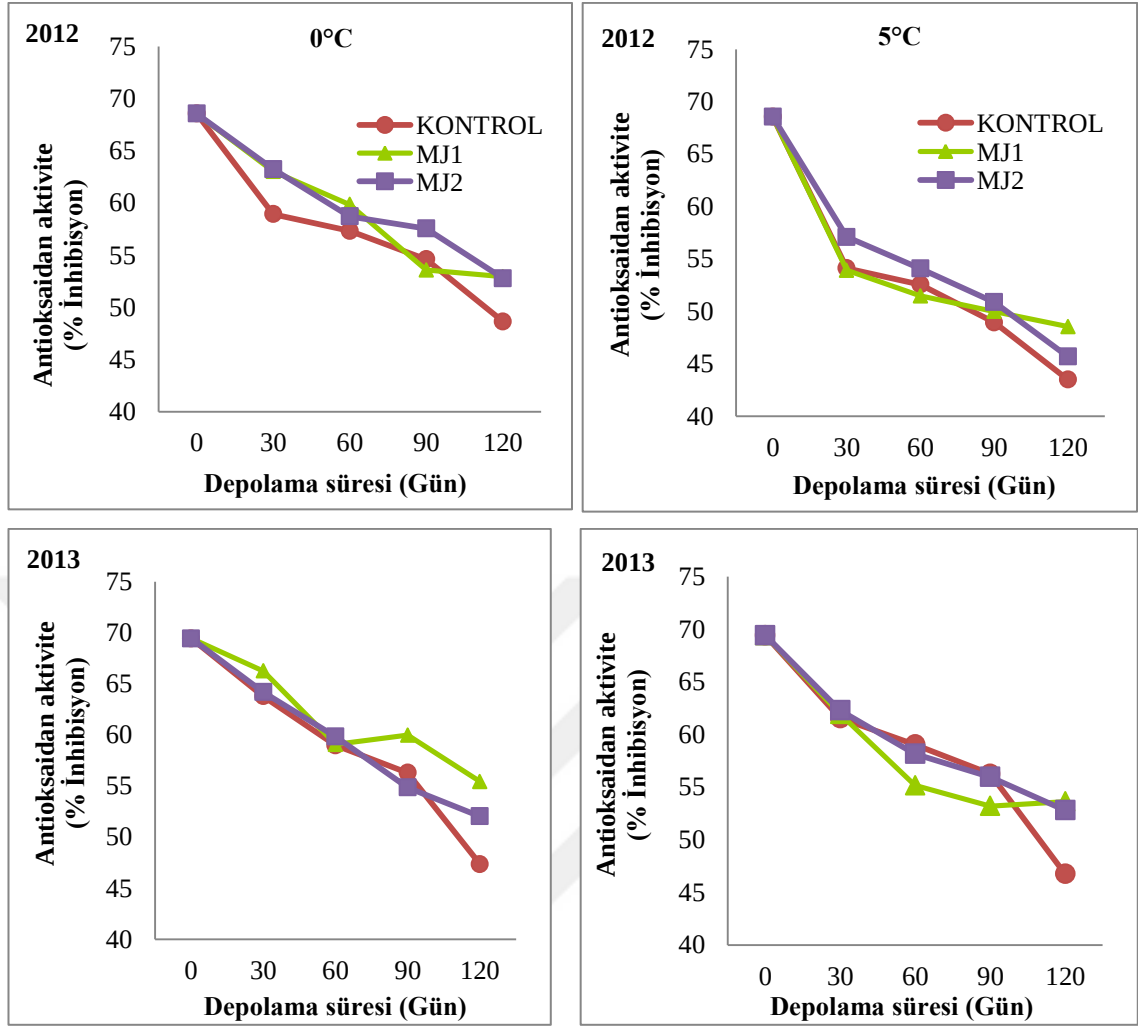
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	68.57±1.11	68.57±1.11	69.44±1.11	69.44±1.11
1	0	58.94±0.42 b ¹	54.12±0.01 b #	63.78±0.47 b	61.56±2.19 a
	1	63.03±1.30 a	53.92±0.68 b #	66.26±3.37 a	61.94±0.54 a #
	2	63.24±0.19 a	57.09±1.23 a #	64.19±0.77 b	62.29±0.87 a
2	0	57.34±0.54 a	52.57±0.31 b #	58.97±0.21 a	59.04±0.18 a
	1	59.86±1.40 a	51.47±0.07 b #	59.07±3.35 a	55.17±0.90 b #
	2	58.73±0.41 a	54.08±0.11 a #	59.83±4.10 a	58.16±0.29 a
3	0	54.61±2.26 b	48.94±1.14 b #	56.29±2.29 b	56.27±0.25 a
	1	53.59±0.13 b	50.00±6.33 a #	59.97±0.19 a	53.20±2.75 b #
	2	57.55±1.77 a	50.88±0.93 a #	54.86±0.84 b	55.98±0.48 a
4	0	48.65±0.79 b	43.50±3.88 c #	47.35±0.28 c	46.75±0.63 b
	1	52.94±8.01 a	48.54±0.42 a #	55.43±1.29 a	53.63±0.19 a
	2	52.80±0.07 a	45.69±0.68 b #	52.03±2.97 b	52.81±0.07 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Bununla birlikte doğal olarak antioksidan aktivite düşüşü hızlı olan uygulamaların raf ömrü denemelerindeki düşüşleri de daha belirgin olmuştur. Bu düşüşler özellikle 0°C’de muhafaza sonrası raf ömrü denemelerine alınan örneklerde daha dikkat çekici bulunmuştur (Şekil 4.37).



Şekil 4.37 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda antioksidan aktiviteye (% inhibisyon) etkisi

4.2.8 C vitamini (L-askorbik asit) kapsamı

Soyulmuş sarımsak dişlerinde depolama süresince C vitamini değerlerindeki değişim (L-askorbik asit) (mg/kg) çizelge 4.31 ve şekil 4.38’de verilmiştir. Yapılan istatistiki analizler, sıcaklık düzeyleri arasındaki farkın istatistiki düzeyde önemli olduğunu göstermiştir. Her 2 yılda da 0°C’de C vitamini değerlerine MJ dozlarının istatistiki düzeyde önemli etkisinin olmamasına rağmen, 5°C’de ilk yılda 2. ve 3. ayda, ikinci yılda ise 3. ve 4. aylar arasındaki fark istatistiki ölçüde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	54.52±0.22	54.52±0.22	54.83±0.52	54.83±0.52
1	0	44.51±0.03 a ¹	43.82±0.48 a	47.79±0.08 a	41.30±0.53 a #
	1	46.43±0.41 a	44.64±0.10 a	49.11±0.19 a	39.38±0.84 a #
	2	45.72±0.70 a	44.18±0.59 a	50.18±0.55 a	39.78±0.44 a #
2	0	42.06±0.40 a	42.62±0.74 a	44.31±0.38 a	40.33±0.03 a #
	1	41.34±0.41 a	38.67±0.41 b #	43.62±0.27 a	41.47±0.24 a
	2	40.70±0.29 a	40.20±0.53 ab	45.16±0.20 a	38.64±0.64 a #
3	0	38.71±0.46 a	33.83±0.59 b #	37.28±0.68 a	30.63±0.14 b #
	1	39.23±0.54 a	41.31±0.23 a	37.05±0.81 a	34.81±0.24 a #
	2	37.10±0.32 a	36.34±0.45 b	39.09±0.31 a	36.31±0.27 a #
4	0	32.87±0.60 a	28.71±0.23 a #	30.30±0.54 a	27.65±0.37 b #
	1	33.55±0.36 a	31.28±0.14 a	31.90±0.46 a	29.48±0.38 ab
	2	34.92±0.34 a	31.61±0.82 a #	33.38±0.94 a	31.61±0.99 a

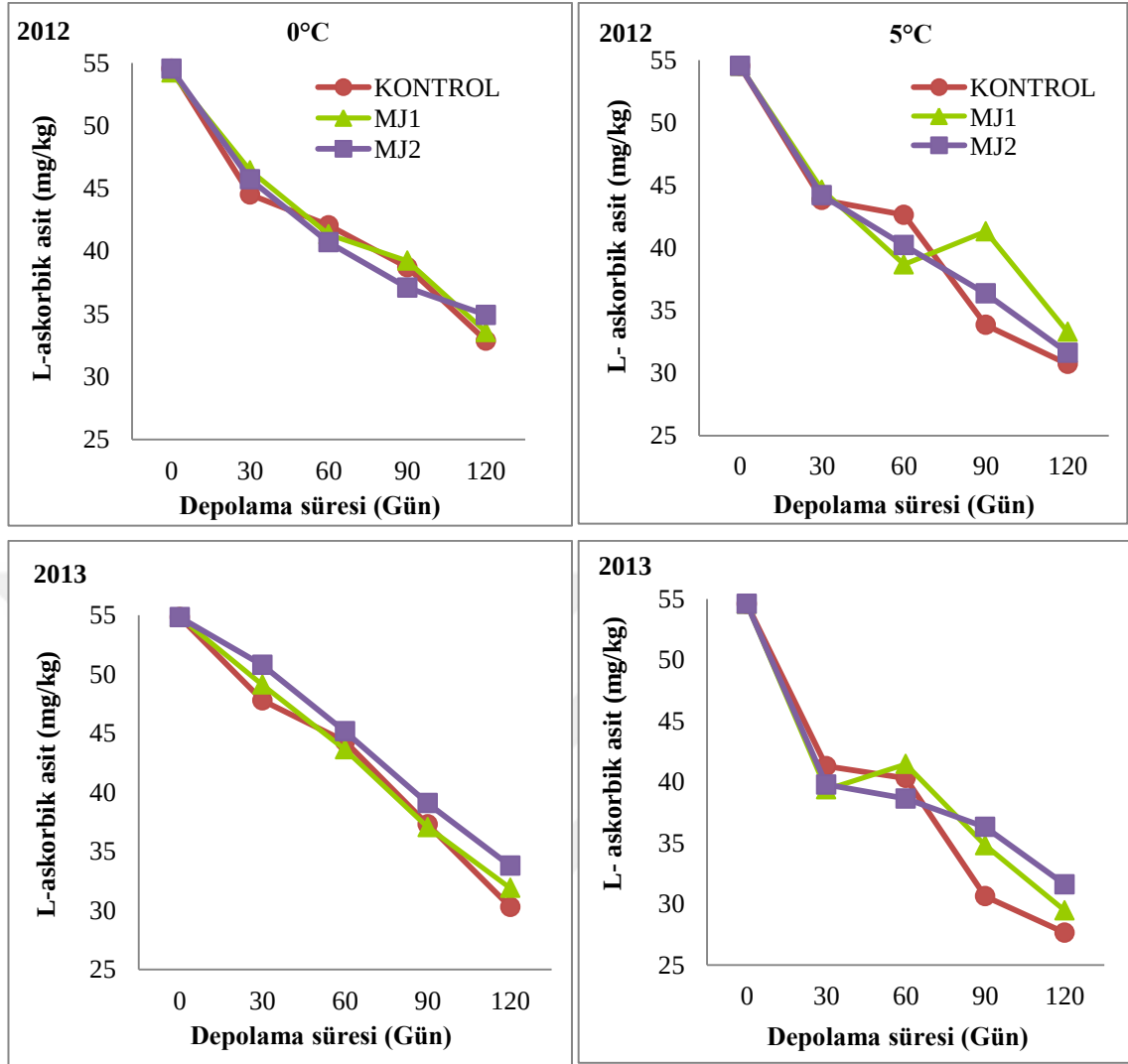
K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

C vitamini yönünden depolama öncesi değerler arasında farklılık bulunmamıştır. Depolama öncesi ortalama 54.67 mg/kg olarak belirlenen C vitamini (L-askorbik asit), depolamanın son ayında 1. yılda 32.15 mg/kg’a, 2. yılda ise 30.72 mg/kg’a düşmüştür. Denemenin her 2 yılında da depolamanın 1. ayından itibaren C vitamini değerleri düzenli olarak azalış göstermiştir. Bu yönden depolama sıcaklıkları arasında farklılık bulunamamıştır.

Deneme süresince aynı ay içerisindeki MJ dozlarının ortalama değerleri kontrol ile kıyaslandığında az farkla daha yüksek bulunmuştur. Ancak tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, MJ dozları arasında bir fark saptanamamıştır (Çizelge 4.31 ve Şekil 4.38).



Şekil 4.38 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi

C vitamini değerlerinin düşüşü raf ömrü denemelerinde de görülmüştür (Çizelge 4.32 ve Şekil 4.39). İlk yılda 4. ay hariç 2. yılda ise tüm aylarda C vitamini değerlerindeki sıcaklık düzeylerine göre farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.32 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi

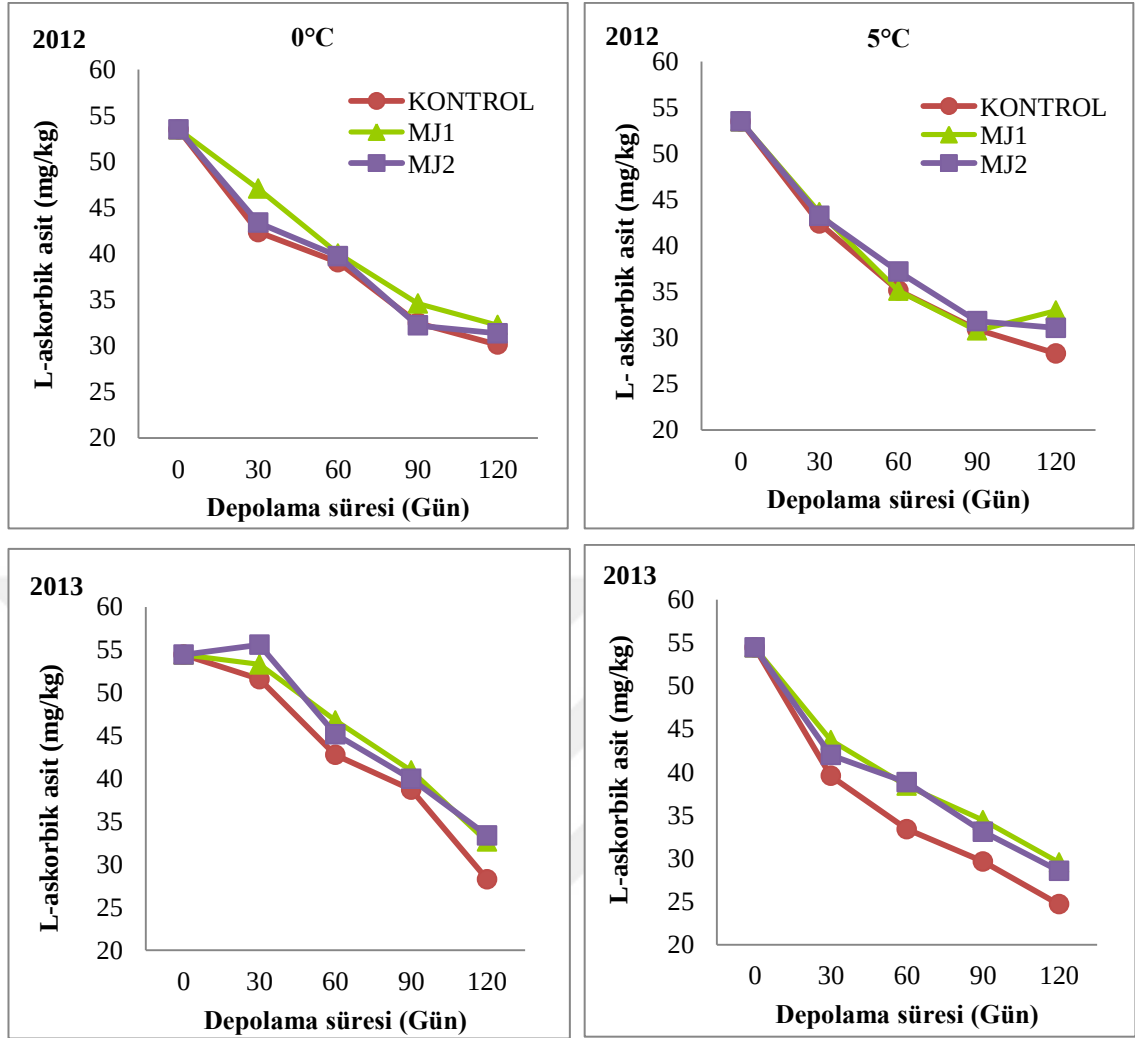
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	53.49±0.25	53.49±0.25	54.45±0.25	54.45±0.25
1	0	42.33±0.25 b ¹	42.42±0.80 a	51.60±0.69 b #	39.56±0.59 b
	1	47.05±0.11 a #	43.61±0.85 a	53.30±0.19 ab #	43.71±0.81 a
	2	43.37±0.36 b	43.24±0.76 a	55.60±0.56 a #	41.96±0.63 ab
2	0	39.07±0.21 a #	35.15±0.96 a	42.76±0.03 b #	33.38±0.93 b
	1	40.00±0.18 a #	35.12±0.71 a	46.77±0.62 a #	38.41±0.05 a
	2	39.74±0.10 a	37.20±0.28 a	45.18±0.22 ab #	38.82±0.60 a
3	0	32.48±0.89 a	30.90±0.32 a	38.73±0.47 a #	29.63±0.40 b
	1	34.59±0.43 a #	30.79±0.48 a	40.95±0.19 a #	34.42±0.79 a
	2	32.21±0.08 a	31.81±0.53 a	39.97±0.81 a #	33.07±0.17 a
4	0	30.12±0.28 a	28.30±0.90 b	28.29±0.12 b #	24.67±0.72 b
	1	32.24±0.68 a	32.95±0.53 a	32.66±0.50 a #	29.51±0.35 a
	2	31.36±0.66 a	31.08±0.30 a	33.39±0.84 a #	28.54±0.46 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Şekil 4.38’e göre, raf ömrü denemelerinin başında ortalama 53.97 mg/kg olan C vitamini, 4.ayın sonunda 1.yılda 28.30-32.95 mg/kg, 2. yılda ise 28.29-33.39 mg/kg arasında değişim göstermiştir. MJ uygulamaları kontrole göre C vitaminindeki düşüşlerde koruyucu bir etkiye bulunmuştur.



Şekil 4.39 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda C vitaminine (L-askorbik asit) (mg/kg) etkisi

4.2.9 Toplam fenolik madde

Denemenin 1 ve 2. yılında MJ uygulamalarının ve soğukta depolamanın soyulmuş sarımsak dişlerindeki toplam fenolik maddeye (TFM) (mg gallik asit/g) etkisi çizelge 4.33 ve şekil 4.40’da görülmektedir.

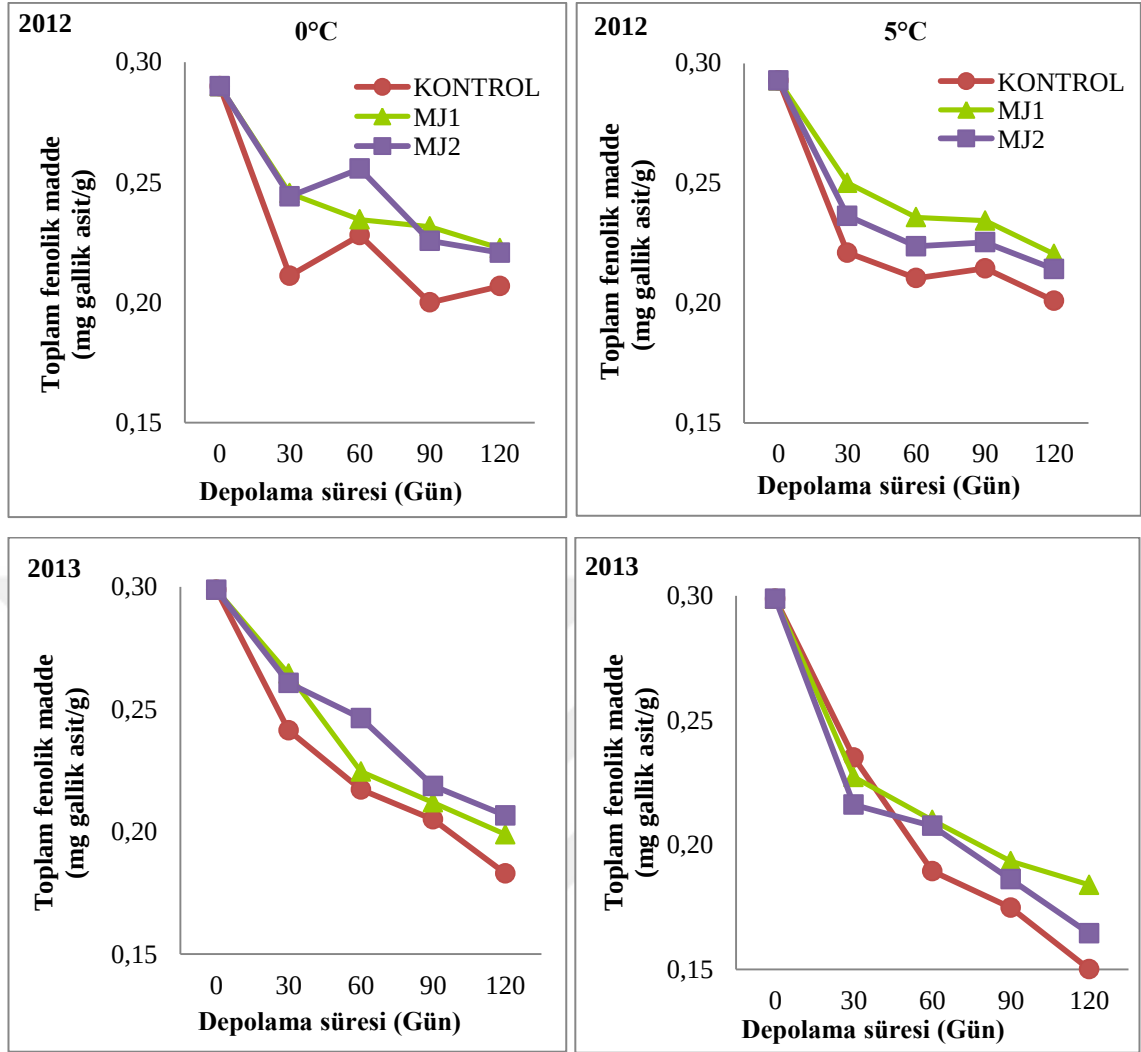
Çizelge 4.33 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi

Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	0.29±0.30	0.29±0.30	0.30±0.60	0.30±0.60
1	0	0.21±0.54 b ¹	0.22±0.14 b	0.24±0.56 a	0.23±0.12 a
	1	0.24±0.05 a	0.25±0.35 a	0.26±0.33 a	0.23±1.58 a #
	2	0.24±0.55 a	0.23±0.02 ab	0.26±0.30 a	0.22±0.87 a #
2	0	0.22±0.22 b	0.21±0.46 b	0.22±0.38 b	0.19±0.23 a #
	1	0.23±0.09 ab	0.24±0.04 a	0.22±0.06 b	0.21±0.35 a
	2	0.25±0.07 a	0.22±0.14 ab #	0.25±0.43 a	0.21±0.07 a #
3	0	0.20±0.11 a	0.21±0.04 a	0.21±0.20 a	0.17±0.25 a #
	1	0.23±0.15 a	0.23±0.07 a	0.21±0.05 a	0.19±0.07 a
	2	0.23±0.26 a	0.23±0.07 a	0.22±0.44 a	0.19±0.02 a #
4	0	0.21±0.26 a	0.18±0.18 b #	0.18±0.27 b	0.15±0.49 b #
	1	0.22±0.06 a	0.21±0.40 a	0.20±0.21 a	0.19±0.09 a
	2	0.22±0.14 a	0.20±0.20 ab	0.21±0.32 a	0.16±0.12 b #

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).



Şekil 4.40 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi

Şekil 4.40’den görülebileceği gibi depolama başlangıcında tüm deneme periyotlarında 0.30 mg gallik asit/g olarak kaydedilen toplam fenolik madde depolamanın sonunda 1. yılda 0.18-0.22 mg gallik asit/g arasında, 2. yılda ise 0.15-0.21 mg gallik asit/g arasında değişmiştir.

Raf ömrü denemelerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre, her iki yıldaki sıcaklık düzeyleri farkı tüm ayların farklı gruplarında istatistiki ölçüde önemli çıkmıştır. MJ dozları arasındaki fark ise her iki yılda 0°C’de 4. ayda, 5°C’de 1, 2 ve 4. ayda istatistiki olarak önemli grupta yer almıştır (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA'de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi

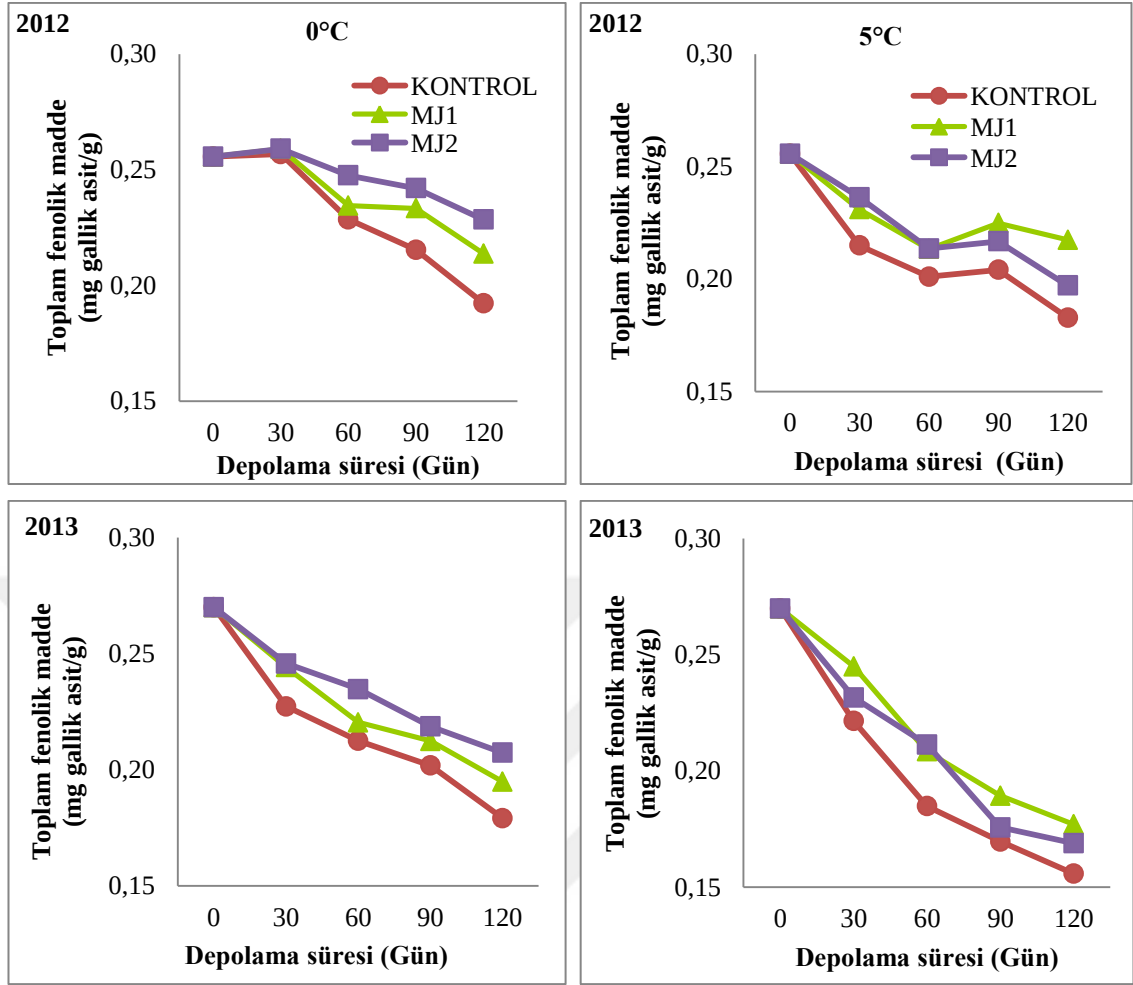
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	0.26±1.00	0.26±1.00	0.27±1.00	0.27±1.00
1	0	0.25±0.09 a ¹	0.21±0.72 b #	0.23±0.21 a	0.22±0.44 b
	1	0.26±0.14 a	0.23±0.17 ab #	0.24±0.04 a	0.25±0.06 a
	2	0.26±0.74 a	0.24±0.04 a	0.25±0.45 a	0.22±0.09 b #
2	0	0.23±0.05 a	0.20±0.19 a #	0.21±0.12 a	0.18±0.12 b #
	1	0.23±0.26 a	0.21±0.39 a	0.22±0.41 a	0.21±0.34 a
	2	0.25±0.03 a	0.21±0.19 a #	0.23±0.05 a	0.21±0.10 a
3	0	0.22±0.14 a	0.20±0.05 a	0.20±0.08 a	0.17±0.33 a #
	1	0.23±0.07 a	0.22±0.07 a	0.21±0.18 a	0.19±0.27 a
	2	0.24±0.05 a	0.22±0.04 a	0.22±0.26 a	0.18±0.59 a #
4	0	0.19±0.04 b	0.18±0.34 b	0.18±0.12 b	0.16±0.04 a
	1	0.21±0.25 a	0.22±0.23 a	0.19±0.45 ab	0.18±0.08 a
	2	0.23±0.48 a	0.20±0.28 ab #	0.21±0.16 a	0.17±0.19 a #

K: Başlangıç değeri

¹ Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Raf ömrü denemelerinin başında 1. yılda ortalama 0.26 mg gallik asit/g, 2. yılda ise 0.27 mg gallik asit/g olarak belirlenen TFM, raf ömrü periyoduna bağlı olarak hızla azalmıştır. Denemenin her 2 yılında da 0°C, TFM'yi korumada 5°C'ye kıyasla daha etkili bulunmuştur. MJ uygulamaları az farkla da olsa TFM düşüşünü yavaşlatmada etkili bulunmuştur (Şekil 4.41).



Şekil 4.41 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda toplam fenolik maddeye (mg gallik asit/g) etkisi

4.2.10 Allisin miktarı

MJ uygulamalarının ve soğukta muhafazanın soyulmuş sarımsakların allisin miktarına (mg/kg) etkisi çizelge 4.35 ve şekil 4.42’de verilmiştir.

Muhafaza sıcaklıklarının allisin miktarına etkisi ilk yılda önemsiz iken ikinci yılda önemli bulunmuştur. Her iki yıl ve sıcaklık düzeyi dahilinde MJ uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Buna göre, MJ uygulamalarının allisin miktarı üzerine etkisi belirgin olmamıştır (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda depolama sonunda allisin miktarına (mg/kg) etkisi

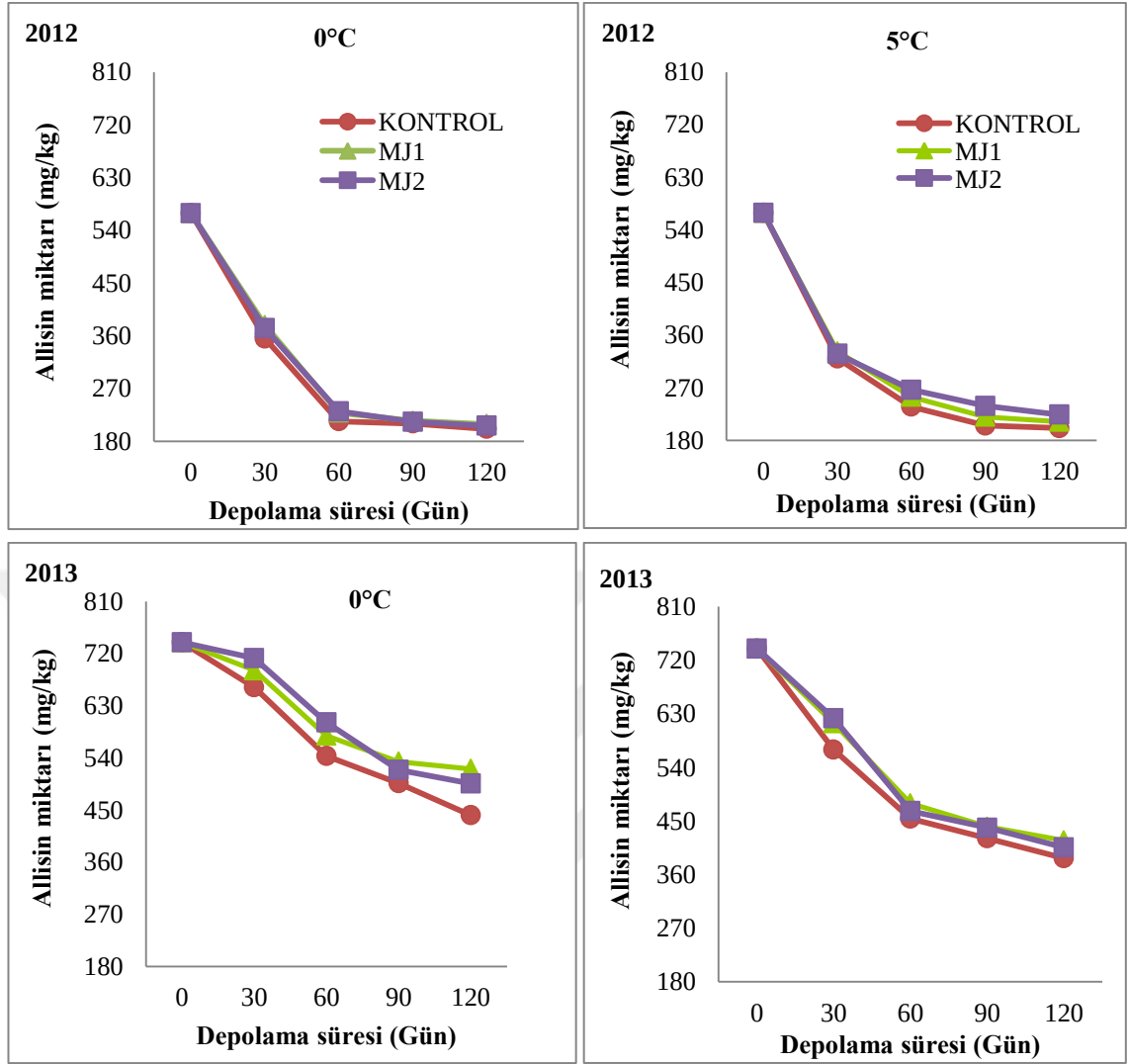
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	569.34±9.21	569.34±9.21	739.71±10.63	739.71±10.63
1	0	355.52±9.79 a ¹	320.42±8.98 a	662.10±8.12 a	569.84±5.35 a #
	1	378.11±6.80 a	332.19±9.86 a	691.34±4.55 a	614.20±4.12 a
	2	373.00±5.37 a	328.25±8.55 a	712.19±5.49 a	622.58±5.80 a #
2	0	214.16±9.65 a	237.77±6.49 a	543.44±5.50 a	453.85±5.18 a #
	1	228.83±5.45 a	254.46±6.98 a	578.32±5.28 a	479.54±4.37 a #
	2	231.07±5.61 a	266.72±6.63 a	601.25±4.08 a	466.74±6.17 a #
3	0	210.35±6.03 a	205.67±5.17 a	496.54±2.98 a	421.05±5.01 a
	1	215.05±1.15 a	220.33±2.04 a	533.57±2.02 a	440.51±3.65 a #
	2	213.22±1.79 a	239.14±3.81 a	519.43±3.92 a	438.94±3.39 a
4	0	201.12±2.33 a	201.22±3.29 a	441.30±2.55 a	387.49±6.26 a
	1	209.22±3.25 a	212.16±4.21 a	520.88±4.67 a	417.37±6.70 a #
	2	206.45±4.58 a	224.21±5.39 a	495.80±3.51 a	405.70±7.89 a

K:Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05)

Depolama başlangıcında allisin miktarı 1. yılda ortalama 569.34 mg/kg, 2. yılda 739.71 mg/kg olarak belirlenmiş, 4 aylık depolama süresinin sonunda allisin miktarı 1. yılda 201.12-224.21 mg/kg arasında değişirken, 2. yılda 387.49-520.88 mg/kg arasında olduğu saptanmıştır. Allisin miktarındaki azalma, 1. aydan itibaren başlamıştır (Çizelge 4.35 ve Şekil 4.42).



Şekil 4.42 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının allisin miktarına (mg/kg) etkisi

Depolama sonrası yapılan raf ömrü deneme sonuçları da benzer şekilde 1. yılda sıcaklık düzeyleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunurken, 2. yılda 2 ve 3. ayda sıcaklık dereceleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Her iki yılda da MJ uygulamalarının farkı istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.36 ve Şekil 4.43).

Çizelge 4.36 Farklı depolama sıcaklıklarının, MJ uygulanmış ve MA’de paketlenerek depolanan sarımsaklarda raf ömrü sonunda allisin miktarına (mg/kg) etkisi

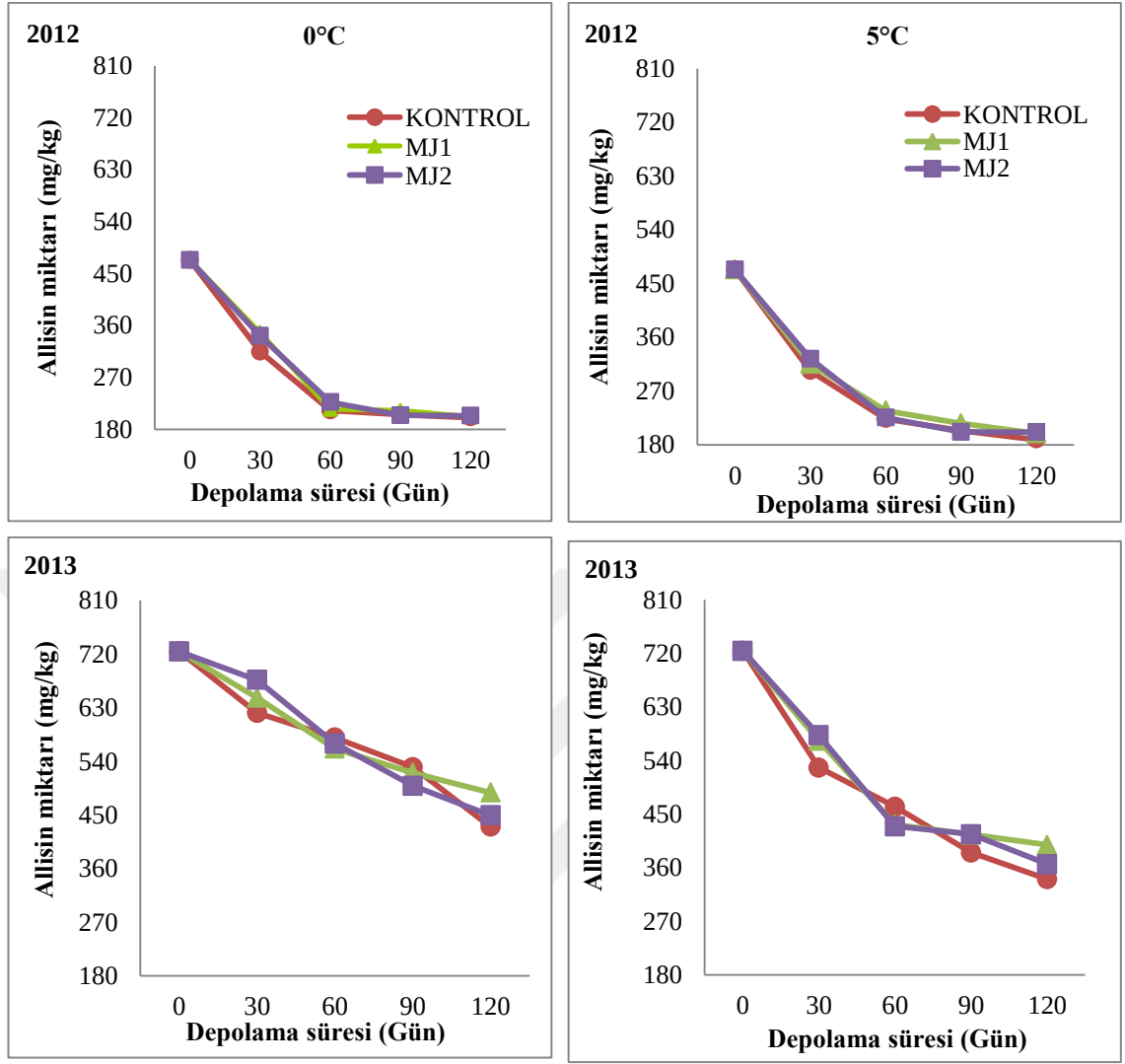
Zaman (Ay)	MJ dozu	2012		2013	
		0°C	5°C	0°C	5°C
0	K	473.49±6.63	473.49±6.63	724.39±5.47	724.39±5.47
1	0	314.55±7.40 a ¹	303.53±7.24 a	621.38±8.50 a	528.26±4.94 a
	1	347.63±4.21 a	315.59±8.31 a	646.80±8.93 a	573.33±4.89 a
	2	342.00±5.03 a	324.04±7.51 a	676.91±7.22 a	582.63±5.55 a
2	0	212.60±7.67 a	223.22±8.34 a	579.75±9.50 a	462.39±6.18 a #
	1	214.82±7.75 a	237.09±3.54 a	561.12±9.64 a	432.32±4.72 a #
	2	227.20±5.37 a	225.54±5.75 a	570.10±6.18 a	429.51±6.85 a #
3	0	205.59±3.89 a	203.63±4.45 a	530.28±6.23 a	385.58±5.41 a #
	1	212.85±8.78 a	215.66±4.68 a	520.70±7.12 a	415.63±6.12 a #
	2	204.49±2.38 a	201.38±6.43 a	498.95±6.42 a	416.12±6.50 a
4	0	200.32±3.71 a	188.65±5.35 a	430.35±8.49 a	340.56±7.51 a
	1	201.97±2.48 a	199.01±4.77 a	487.53±5.48 a	398.20±7.61 a
	2	203.67±4.91 a	201.19±6.44 a	449.29±6.78 a	365.77±4.76 a

K: Başlangıç değeri

¹Ort.±st.hata: Farklı harfler aynı yılda, aynı sıcaklıkta, aynı ayda MJ dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

#: Sıcaklık farkı önemlidir (p≤0.05).

Doğal olark raf ömrü denemelerinde de allisin miktarı düşüş göstermeye devam etmiştir. 1 ay depolandıktan sonra raf ömrü denemelerine alınan örneklerde 1. yılda 324.55 mg/kg, 2. yılda 604.88 mg/kg olan allisin miktarı, deneme sonucunda sırasıyla 199.13 mg/kg ve 411.95 mg/kg’a düşmüştür (Şekil 4.43).



Şekil 4.43 2012 ve 2013 yılında 0°C ve 5°C’de MA’de depolanan soyulmuş dişlerde MJ uygulamalarının raf ömrü sonunda allisin miktarına (mg/kg) etkisi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

İki aşamalı olarak ve iki yıl süre ile yürütülen araştırmanın ilk bölümünde, 10^{-3} ve 10^{-5} M MJ uygulandıktan sonra demet halinde Taşköprü ve Ankara'da soğutmasız depolarda 6 ay süre ile depolanan sarımsaklarda depolama süresince kalite değişimi araştırılmıştır. Denemenin diğer aşamasında ise soyulmuş dişler MJ uygulaması yapıldıktan sonra MA'de paketlenerek 0°C ve 5°C 'de 4 ay süre ile depolanmış ve depolanma süresince kalite değişimi incelenmiştir. Kalite parametresi olarak ağırlık kaybı, solunum hızı, baş ve diş rengi (L, kroma ve aç değeri), sertlik, SÇKM miktarı, titre edilebilir asitlik miktarı, antioksidan aktivite, C vitamini (L-askorbik asit), toplam fenolik madde ve allisin miktarı göz önüne alınmıştır.

Depolanan ürünlerde dikkate alınan ilk kalite kriteri ağırlık kaybıdır. Araştırmada baş halinde soğutmasız depolarda muhafaza edilen Taşköprü sarımsağının ağırlık kaybı depolama süresinin artışıyla artış göstermiş, 6 aylık depolama sonrası ağırlık kaybı Ankara koşullarında %7.17, Taşköprü koşullarında ise %7.21 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bu sonuçlar Anonim (2011)'e göre kabul edilebilir sınır (%5-8) içerisinde kalmıştır. Nei vd. (2007) oda koşullarında baş halinde 1 ay süreyle depolanan sarımsaklardaki ağırlık kaybının %3.5-4.0 civarında olduğunu, Bayat ve Rezvani (2010) soğutmasız depo koşullarında 6 ay süreyle depolanan sarımsak başlarında ağırlık kaybının %3.5-13 arasında olduğunu, öte yandan Kumara ve Patil (2015) ise 6 aylık depolama süresince soğutmasız depo koşullarında ağırlık kaybının %39.5, Anonim (2001) ise %9.6 oranında gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Ağırlık kaybı ürünün içi ile bulunduğu atmosfer arasındaki su basıncına bağlı olup, sıcaklık ve oransal nemin artışıyla artar (Bahnasawy ve Dabee 2005, Shiina vd. 2005, Bae vd. 2008, Singh vd. 2012 ve Vatsyayan vd. 2014). Araştırmada soğutucusuz depolarda ağırlık kaybı oranları, ilk yıl Ankara lokasyonunda ikinci yıl ise Taşköprü lokasyonunda yüksek sıcaklık ve nem değerlerine bağlı olarak artış göstermiştir (Çizelge 3.1). Ankara'da 6 aylık depolama süresince sıcaklık ve nem $6-17^{\circ}\text{C}$ ve % 45-65 olurken Taşköprü'de -1 ve $+18^{\circ}\text{C}$ arasında ve % 38-77 arasında değişmiştir.

Sıcaklığın özellikle depolama süresinin sonuna doğru artış göstermesi, ağırlık kaybının artışında etkili olmuştur. Bununla birlikte deneme koşullarımızda elde edilen ağırlık kaybı değerleri kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır.

Muhafazaya alınan ürünlerde mikrobiyal aktiviteyi engellemek, ağırlık kaybını azaltmak, meyve eti sertliğini korumak amacıyla dışsal uygulamalar yapılmaktadır. MJ da bunlardan biridir. MJ uygulamalarının daha çok mango, avakado, greyfurt, papaya, domates, dolmalık biberde uygulandığına ilişkin araştırma verileri bulunmaktadır. Nitekim Wang (1998) turplarda yaptığı çalışmada MJ'nin etkisinin filizlenmeyi engellemesinden kaynaklandığını, González-Aguilard vd. (2001) mangoda ve Baltazar vd. (2007) domatesta 10°C ve üzerindeki sıcaklıklarda etkisinin daha belirgin olduğunu ileri sürmektedir. MJ'nin 10^{-3} ve 10^{-5} M dozlarının soğutmasız depoda kaliteyi koruma amacıyla kullanılıp kullanılamayacağını ortaya koymak amacıyla yürüttüğümüz araştırma sonucunda depolama öncesi başlara uygulanan MJ'nin her iki dozunun da ağırlık kaybını azaltmada kontrole göre istatistiki düzeyde çok önemli bir katkısının olmadığı görülmüştür. Dozlar arasında da tercih yapılabilecek bir ayırım yapılamamıştır.

Sarımsaklar baş halinde depolanabildiği gibi son yıllarda soyulmuş olarak hem sanayide hem de taze tüketimde kullanım alanı bulmaktadır. Ancak soyulmuş sarımsakların soyma sonrası kalitesinin uzun süre korunabilmesi için hem ambalaj tipi hem de muhafaza koşullarının iyi ayarlanması gerekmektedir. Soyulmuş sarımsaklar mutlaka MAP'lerde ve düşük sıcaklıklarda depolanmalıdır. MAP'de kullanılan malzemenin özelliklerinin depolama süresi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Burada sunulan çalışmada soyulmuş sarımsak dişleri MJ uygulamaları yapıldıktan sonra 17x12x6 cm boyutunda ve 550 mikron kalınlığındaki PP kaplara 500'er g olacak şekilde konularak paketlerin üstleri 88 µm kalınlığındaki PET/PA/PP'den oluşan çok katlı filmle kapatılmıştır. MA'de paketleme sonrası 0°C ve 5°C'de depolanmış ve böylece hem sıcaklığın hem de MJ uygulamalarının kaliteye etkisi belirlenmiştir.

MAP'li depolamanın sonunda her iki yılda da 5°C'deki örneklerin ağırlık kayıpları (%4.82), 0°C'den (%3.54) daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.13). Kang ve Lee (1999) ve Küşüm vd. (2006) soyulmuş sarımsakların 5°C'de 1 aylık depolama sonrası

ağırlık kaybı oranlarını sırasıyla %1.10 ve %1-1.60 olarak bildirmiş ve bu sonuçlar %1-1.60 arasında değişim gösteren araştırma sonuçlarımız ile uyum göstermiştir. Denemenin raf ömrü periyodunda ağırlık kaybı 5°C’de %21.73 iken 0°C’de %11.95 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.14). Raf ömrü denemelerinde depolamaya göre ağırlık kaybının fazla olmasında, raf ömrü koşullarında (20°C) sıcaklık artışına bağlı olarak solunum hızı ve mikrobiyal gelişimin artması ile hızlı su kaybı etkili olmuştur. Raf ömrü denemelerinde 5°C’deki ağırlık kaybının 0°C’ye göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. MJ uygulamaları, 5°C’de depolanan sarımsak dişlerinin ağırlık kaybını engellemede ilk yılda daha etkili olmuştur.

Denemeden elde edilen sonuçlara göre, soğutmasız depoda baş halinde depolanan sarımsakların solunum hızı depolama süresi ve lokasyona bağlı olarak artış göstermiştir. (Çizelge 4.2). Her iki yılda da Ankara’daki soğutmasız depodaki ortalama sıcaklık değeri daha yüksek olduğundan solunum hızı değerleri de yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar Bae vd. (2008)’in yaptığı araştırma sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. Nitekim Nei vd. (2007) sarımsakta solunum hızında en önemli faktörün sıcaklık ve depolama süresi olduğunu belirtmektedir. Diğer yandan, soğutmasız depolarda MJ’in solunum hızını az da olsa azaltıcı etkisi belirlenmiştir. Ancak bu konuda yapılan araştırmalarda farklı yaklaşımlar söz konusudur. Buna göre, González-Aguilard vd. (2001) ve (2003) MJ’in solunum hızını düşürücü etkisi olduğunu, Pérez vd. (1997) ile Buta ve Moline (1998) ise MJ’in solunum hızını ve solunuma hassasiyetini artırıcı etkisi olduğunu bildirmiştir. Bu bulgulardaki çelişkide denemelerde kullanılan tür ve çeşit farklılığının rolü bulunmaktadır.

Dişler halinde depolanan sarımsaklarda solunum hızının 0°C sıcaklıkta her 2 yılda da 4.aydan itibaren, 5°C’de ise 1. yılda 2. aydan, 2. yılda ise 3. aydan itibaren artış gösterdiği belirlenmiş, bu artışın sarımsakların dinlenmeden çıkmalarına ve sıcaklığa bağlı olduğu düşünülmektedir (Çizelge 4.15). Solunum hızının 5°C sıcaklıkta daha yüksek bulunmasında, sarımsakların dinlenmeden daha kısa sürede çıkması, metabolik aktivitenin hızla artması ve buna bağlı olarak, fungal etmenlerin çoğalmasının ve bu fungusların sarımsak bünyesinde solunuma katılmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Solunum hızı artışı ve enfeksiyon oranı raf ömrü denemelerinde çok

daha belirgin olmuştur (Çizelge 4.16). Enfeksiyon yoğunluğunun 5°C’de daha yüksek olması da sarımsakların daha düşük sıcaklıklarda muhafaza edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Mekanik soğutmalı depolarda solunum hızı artışının depolama sıcaklığı ile birlikte MAP’deki nem yoğunlaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, Day (1993) ve Exama vd. (1993) tarafından, paket halindeki depolamada istenilen gaz dengesi sağlanamadığında ürünün canlı dokularında stres meydana geleceği ve düzensiz solunuma rastlanacağı, uygun paket materyali seçilmediğinde ise paket içi nem yoğunluğunun artışına paralel olarak mikrobiyal aktivenin daha hızlı artacağı dolayısıyla ürün kaybının daha hızlı olacağını belirtilmiştir.

Soyulmuş sarımsak dişlerinde solunumun yavaşlatılmasında MJ uygulamalarının etkisi belirgin olmamıştır. Kang ve Lee (1999) ve Küşümler vd. (2006) de solunum artışında depolama sıcaklığının ve süresinin daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Muhafaza sırasında kaliteyi etkileyen en önemli kriterlerden biri de renktir. Soğutmasız ve mekanik soğutmalı depolarda depolama öncesi uygulanan MJ, depolama süresinin artışına bağlı olarak diş renginin değişiminde L (parlaklık), kroma (renk yoğunluğu) ve aç değeri (renk tonu) üzerine etkili olmuştur.

Soğutmasız depo koşullarında depolanan sarımsaklarda parlaklığı simgeleyen L değerinde, depolama süresine bağlı olarak düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 4.3). Başlangıçtaki parlaklık giderek azalarak dişlerde matlaşma görülmüştür (Şekil 4.4 ve 4.5). Kang ve Hong (2001) ve Prachayawarakorn vd. (2004) tarafından da sarımsak başlarının L değerinin depolama süresine bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir. Soğutmasız depolarda depolanan sarımsakların renk yoğunluğunu ifade eden kroma değerlerinde ise değişimin az olmasının sebebinin kararmanın az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Renk tonu göstergesi olan aç değeri de depolama süresince sarımsaklardaki mat renk oluşumu sebebiyle azalmıştır (Çizelge 4.5).

MJ uygulamaları kontrol örneklerine kıyasla L parlaklık değerini koruyucu etki göstermiştir. Bulunan sonuçlar, mango (González-Aguilard vd. 2001) ve domateslerde

(Baltazar vd. 2007) yapılan çalışmalarda MJ uygulamasının depolanma süresince L değerini koruduğu ve açılı değerindeki değişimi azalttığı şeklindeki araştırma sonuçları ile uyumlu bulunmuştur.

Soyulmuş sarımsak dişlerinde MJ uygulaması sonrası renk değerlerinin değişimi depolama süresince şekil 4.21 ve 4.22 ile çizelge 4.17, 4.19 ve 4.21’de, raf ömrü denemelerinde ise şekil 4.24 ve 4.25 ile çizelge 4.18, 4.20 ve 4.22’de verilmiştir. Buna göre, sarımsak depolaması sırasında L değeri düşüşlerinin ana sebebinin enzimatik ve enzimatik olmayan kararmalar sonucu olduğu kabul edilmektedir (Rejano vd. 1997, Kang ve Lee 1999, Dronachari vd. 2010 ve Verissimo vd. 2010). Kroma değerindeki artışta sarı rengin yüksek olmasının etkisi bulunmaktadır. Torun (2015) yaptığı araştırma sonucunda soyulmuş sarımsaklarda kroma değerinin depolama süresine bağlı olarak artış gösterdiğini saptamıştır. Açılı değerindeki düşmede enzimatik esmerleşmeye bağlı olarak yüzeydeki sararmanın etkisi bulunmaktadır. Yine soyum sırasında sarımsak dişlerinde meydana gelen zedelenmelerin de, depolanma süresince renk kayıplarında etkili olduğu düşünülmektedir (Cantwell vd. 2003b).

Deneme sonuçlarına göre 0°C’de depolanan örneklerin renk değerleri 5°C’ye göre daha iyi korunmuştur. 5°C’de depolanan sarımsaklar dinlenmeden daha kısa sürede çıktığı için, dişlerde metabolik reaksiyonların hızlanması ve mikrobiyal aktivitenin artışıyla sarımsak diş dokusunda oksidasyon kaynaklı camsılaşma olduğu görülmüştür. MJ uygulamalarının hem depolamada hem de raf ömrü denemelerinde renk değerlerini korumada kısmen etkili bulunduğu söylenebilir. Benzer şekilde González-Aguilard vd. (2003) papayada yaptıkları çalışmada depolama süresince MJ uygulamasının renk kaybını azalttığını belirtmektedir.

Denemede soğutmasız depoda depolanan sarımsakların sertlikleri depolama süresinin artışıyla solunum hızına bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 4.6). Sertlikteki azalma depolamanın 1. ayından itibaren görülmeye başlanmıştır. Ankara ve Taşköprü’de depolama öncesi ortalama 12.52 N olarak belirlenen sertlik değerinin 6 aylık depolama sonunda 8.90 N’a düştüğü belirlenmiştir. Taşköprü sarımsağındaki sertlik değerleri

Kang ve Hong (2001), Bayat ve Rezvani (2010) ve Vazquez-Barrios vd. (2006)'ın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Her iki lokasyonda da MJ uygulamaları sertlik üzerinde kontrole göre ilk yılda etkisi daha belirgin olmuştur.

Mekanik soğutmalı depolarda diş sertliğinin korunmasında depolama sıcaklığı MJ uygulamalarından daha etkili olmuştur. 0°C ve 5°C'de depolanan dişlerde depolama başlangıcında 12.39 N olan sertlik, 4 ayın sonunda 0°C'de 10.0 N, 5°C'de ise 8.78 N olarak belirlenmiştir. 0°C'de depolanan örneklerdeki sertlik kayıpları 5°C'ye kıyasla daha düşük bulunmuştur. Sertlik kayıplarının solunum hızı ve mikrobiyal aktivitenin artışıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre, soğutmasız depoda muhafaza edilen sarımsakların SÇKM miktarı aylara göre düzenli bir değişim göstermemiştir. MJ uygulanmış sarımsaklarda SÇKM miktarındaki artış her iki lokasyonda da kontrole göre daha düşük olmuştur ve bu etki 6. ayda daha belirginleşmiştir. Depolama süresinin artışına bağlı olarak SÇKM miktarında yükselme görülmüştür. Bunda su kaybı artışının etkisi bulunmaktadır. Nitekim Kang ve Hong (2001) 4 ay süre ile depoladıkları sarımsak başlarında depolamanın başlangıcındaki SÇKM miktarının %41.5'den %46.0'ya çıktığını saptamıştır. Araştırmada Taşköprü'deki soğutmasız depolarda, depolama süresince Ankara'ya göre sıcaklığın daha düşük olması sebebiyle SÇKM miktarları daha düşük bulunmuştur. Depo içi sıcaklığın düşük olması sarımsak başlarındaki dinlenme halinin devamına ve metabolik reaksiyonların yavaşlamasına bağlı olarak SÇKM miktarını korumuştur.

Mekanik soğutmalı depolarda yürütülen çalışmalarda da SÇKM miktarı hem depolama hem de raf ömrü denemelerinin sonunda artış göstermiştir (Çizelge 4.25 ve 4.26). Bu sonuç Dronachari vd. (2010) ve Torun (2015)'in bulguları ile paralellik göstermektedir. Deneme koşullarımızda depolama sıcaklığının SÇKM miktarına etkisi stabil olmamıştır. Aynı şekilde depolama süresindeki değişim de düzenli olmamıştır. 0°C'de 2. ay; 5°C'de ise 2. ve 3. aylarda düşüş saptanırken 4. ayda tekrar artış tespit edilmiştir. SÇKM'deki düşüş, sarımsakların dinlenmeden çıkmalarıyla solunumun artmasından ve

solunum sırasında SÇKM'yi oluşturan şekerlerin parçalanarak azalmasından kaynaklanırken, 4. aydaki oransal artışın ise su kaybından ileri geldiği düşünülmektedir.

SÇKM'nin aksine titre edilebilir asitlik miktarı (TEA) soğutmasız ve mekanik soğutmalı depolarda depolanan sarımsaklarda ve raf ömrü denemelerinde artış göstermiştir (Çizelge 4.8, 4.27 ve 4.28). Nitekim araştırma bulgularımız, Pardo vd. (2007), Dronachari vd. (2010) ve Casado vd. (2014)'ün yaptığı çalışma bulguları ile uyumlu olmuş ve soyulmuş sarımsak dişlerinde depolamanın sonunda TEA miktarının artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu artışların gıdalarda asitliği artıran *Penicillium* spp. etmeninden ve sarımsaklarda sıkça rastlanılan beyaz kök çürüklüğünden kaynaklanabileceği görüşüne varılmıştır. Nitekim Karaçalı (2009), bakteriyel çürüklüklerin kaynağı mikroorganizmaların etkisiyle çürümüş sebze dokularında organik asitlerin oluşacağını belirtmiştir. Bununla birlikte Soccol vd. (2006) *Penicillium*'un sitrik asit miktarını artıracağını bildirmiştir.

Soyulmuş dişlerde depolama ve raf ömrü sonunda sıcaklığın TEA miktarına etkisi 3 ve 4. ayda daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. 0°C'de 5°C'ye kıyasla TEA miktarındaki artış daha yavaş olmuştur. MJ uygulamalarının etkisi ise 4 ay depolanan dişlerde daha belirgin olmuştur. 3 ve 4 ay süreyle depolanan dişler raf ömrü denemelerine alındığında, MJ'in fungal gelişmeyi engellemede etkin olduğu görülmüş, ancak dozlar arası belirgin fark tespit edilemediği için etkili doz konusunda kesin karara varılamamıştır.

Sarımsağın yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Bozin vd. 2008). Sarımsakta AOA belirlenmesine yönelik yapılan araştırmalarda AOA alt ve üst sınırlarının birbirinden oldukça farklı olduğu görülmektedir. Strail vd. (2006) ve Bozin vd. (2008) bunun nedeninin analiz yöntemi, sarımsak ekstraktlarının polaritesi ve içerdiği farklı fenolik bileşik içeriğinden kaynaklanabileceğini belirtmektedir. Taşköprü sarımsaklarının antioksidan aktivite (AOA) değeri her iki depolama yönteminde de düzenli olarak azalmıştır (Çizelge 4.9, 4.29 ve 4.30). Her iki yıl ve lokasyon dahilinde başlangıçta %75.27 inhibisyon olan AOA, soğutmasız depolarda 6 ay depolama sonunda %53 olmuş ve başlangıca göre

%29 oranında bir azalma belirlenmiştir. Bulunan değerler, sarımsak başlarının 12 hafta süre ile depolanması sonucunda AOA'nın %75'den %50 inhibisyona düştüğünü belirten Li vd. (2015)'in sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. AOA azalışında sıcaklığın yükselmesi ile polifenolik antioksidan bileşiklerinin zamanla parçalanmasının etkili olduğu düşünülmektedir (Strail vd. 2006). Mekanik soğutmalı depolarda başlangıçta ortalama %71.81 inhibisyon olan AOA, 4. ayın sonunda 0°C'de %54.54'e, 5°C'de ise %51.69 inhibisyona düşmüştür. 0°C'de depolanan sarımsaklarda 5°C'de depolanan sarımsaklara göre AOA kapsamındaki azalma daha yavaş olmuştur. 0°C'de serbest radikallere karşı antioksidatif savunma sisteminin daha hızlı olması bu sonuçların alınmasında etkili olabilir. MJ uygulamalarının etkisi belirgin ve sürdürülebilir bulunmamıştır. Her ne kadar, Ahududu (Wang ve Zheng 2005) ve domateste yapılan çalışmalarda (Zhu ve Tian 2012) MJ uygulamalarının kontrole kıyasla antioksidan aktiviteyi koruyucu etki gösterdiği belirtilmişse de, elde edilen sonuçlarda tür farklılığının etkisi bulunmaktadır. Queiroz vd. (2009) da sarımsaklardaki AOA'nın azalmasının kontrolünde, depolama sıcaklığı ve süresinin daha etkili olduğunu bildirmektedir.

Sarımsakların C vitamini yönünden zengin kabul edilebileceği belirtilmektedir. Artık ve Poyrazoğlu (1994), Taşköprü sarımsağında askorbik asit miktarını 170.82 mg/kg olarak belirlerken, Evren vd. (2006), 190 mg/kg, Montano vd. (2004) ise 200 mg/kg olarak bulmuşlardır.

C vitamini, depolama süresinin artışına paralel olarak azalmıştır (Çizelge 4.10, 4.31 ve 4.32). Soğutmasız depolarda yürütülen araştırmada C vitamininin azalmasında depolama süresinin etkili olduğu, mekanik soğutmalı depolarda ise depolama sıcaklığının daha etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bizim denemelerimizde depolama başlangıcında 56.28 mg/kg olarak belirlenen C vitamini, soğutmasız depoda 6 aylık depolama sonrası 36.79 mg/kg olmuştur. Buna karşılık mekanik soğutmalı depolarda 0 ve 5°C'de başlangıçta ortalama 54.67 mg/kg olan C vitamini, 4 aylık depolama süresi sonunda 0°C'de 32.82 mg/kg, 5°C'de ise 30.05 mg/kg olmuştur. Düşük sıcaklıkta muhafazada C vitamini azalmasının yavaş seyretmesinin nedeni oksidasyonun gecikmesi ile açıklanabilmektedir. Bununla birlikte C vitamini kaybında sarımsakların

soyum sırasındaki mekanik zarara uğramaları sonrasında antioksidatif savunma sisteminde kullanımlarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Moretti vd. (1998) yaptığı araştırma ile meyvelerin yaralı dokularındaki C vitamini miktarını sağlıklı dokulara kıyasla %15 daha düşük bulmuştur.

Sarımsakta depolama süresince C vitamini miktarının incelendiği araştırma sayısı yok denecek kadar az olsa da, Myung Suk (2004) soyum sonrası doğranmış sarımsakların C vitamini miktarının 110.38 mg/kg olduğunu, 5°C’de 30 günlük depolama sonunda 60.76 mg/kg’a, oda sıcaklığında 3 günlük depolama sonunda ise 50.27 mg/kg’a düştüğünü belirtmektedir. Dronachari vd. (2010) ise soyulmuş sarımsakları 10°C’de 30 gün süre ile depolama sonrasında C vitamininin 1/3 oranında kayba uğradığını bildirmiştir.

Deneme koşullarımızda sarımsak dişlerindeki C vitamininin düşük bulunmasında, hızlı okside olması ve sarımsakların soyum sırasındaki mekanik zarara maruz kalmalarından ileri gelebileceği düşünülmektedir. Öte yandan, Mazurek ve Jamroz (2014) tarafından yapılan araştırmada da belirtildiği gibi askorbik asitin depolama sırasında hızla oksidasyon ürünü olan dehidroaskorbik asite (DHAA) dönüştüğü ve depolama sırasında DHAA’nın arttığı düşünülmektedir.

Sarımsaktaki toplam fenolik madde tüm depolama yöntemleri ve raf ömrü denemelerinde düzenli olarak azalmıştır (Çizelge 4.11, 4.33 ve 4.34). Başlangıçta 0.30 mg gallik asit/g iken 6 ay depolama sonunda 0.21 mg gallik asit/g olmuştur. Bu azalışta mekanik zararlanmanın yanında, analiz yöntemi ve analiz koşullarının da etkisi bulunmaktadır. Mekanik soğutmalı depo koşullarında TFM’nin korunmasında depolama sıcaklığı etkili olmuştur. Bu etki raf ömrü denemelerinde daha belirgin olmuştur. Araştırmada 0°C’de depolanan örneklerin toplam fenolik maddesi 5°C’ye göre nispeten yüksek bulunmuştur. 5°C’de patojen varlığının artması, savunma sisteminin bir parçası olan toplam fenolik bileşiklerin de hızla parçalanarak kaybolmasına neden olmuştur. Li vd. (2015) depolanan sarımsak başlarında toplam fenolik madde miktarının ilk haftalarda düzensiz değişim gösterdiğini, ancak 6. haftada en yüksek değere ulaştığını ve bu süreden sonra ise azaldığını bildirmektedir. MJ’nin

toplam fenolik maddeye etkisi soğutmasız depolarda belirlenemezken, mekanik soğutmalı depolarda ve raf ömrü denemelerinde kısmen de olsa etkili olduğu görülmüştür.

Araştırmamızda sarımsağın toplam fenolik madde ortalaması 0.18-0.30 mg gallik asit/g arasında değişim göstermiştir. Bu konuda sarımsaklarda yapılan araştırmalarda toplam fenolik madde miktarını Nuutila vd. (2003) 0.07-0.70 mg gallik asit/g, Bozin vd. (2008), 0.05-0.98 mg gallik asit/g, Lu vd. (2011), 0.55 mg gallik asit/g, Dziri vd. (2012), 0.55 mg gallik asit/g, Priecina ve Karlina (2013), 0.27-1.81 mg gallik asit/g ve Kavalcová vd. (2014), 0.26-0.27 mg gallik asit/g olarak belirlemiştir. Yapılan araştırma bulguları ile deneme bulgularımız benzerlik göstermiş, ancak az da olsa tespit edilen farklılıkların, farklı yöntem ve analiz koşullarının yanında kullanılan çeşitlerden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada baş ve diş halinde depolanan sarımsaklardaki allisin miktarının değişimi çizelge 4.12, 4.35 ve 4.36'da verilmiştir. Buna göre, soğutmasız depolarda başlangıçta 686 mg/kg olan allisin miktarı 6. ayın sonunda 404 mg/kg'a, mekanik soğutmalı depolarda 659 mg/kg'dan 4. ayın sonunda 0°C'de 345 mg/kg'a, 5°C'de ise 308 mg/kg'a düşmüştür. Nei vd. (2007), Arzanlau ve Bohlooli (2010) ve Torun (2015)'un sarımsakta yaptığı araştırma sonuçlarında da allisin miktarı depolama süresinin artışına bağlı olarak azalmıştır. Gonzalez vd. (2013), sarımsağın allisin içeriğinin depolamanın ilk 15 günü içerisinde artış gösterdiğini, ancak 75. günün sonunda allisin miktarının %33 oranında azaldığını belirtmiştir. Benzer şekilde Rejano vd. (2004) de soyulmuş sarımsağın allisin içeriğinin depolama süresine paralel olarak azaldığını, 4 aylık depolama sonunda ise örneklerde allisinin tespit edilemediğini bildirmiştir. Randle ve Lancaster (2002), Mirzaei vd. (2007) ve Bloem vd. (2011), allisin miktarını çeşit, ekolojik faktörler, topraktaki kükürt, azot ve selenyum içeriği, yetiştirme sıcaklığı, kültürel önemler, depolama sıcaklığı ve depolama zamanının değiştirebileceğini bildirmişlerdir. Nitekim Baghalian vd. (2005) yaptıkları araştırmada farklı bölgelerde yetiştirdikleri sarımsaklardaki allisin miktarının oldukça değişken olduğunu saptamıştır. Öte yandan, Koderia vd. (2002), yaptıkları araştırmada taze sarımsak dışında 130 mg/kg allisin bulunduğunu 9 aylık depolama sonrasında 290 mg/kg'a çıktığını belirtmişlerdir. Bunun

sebebinin ise sarımsak dişlerinin zamanla su kaybetmesine ve dokularında fazla miktarda kristalize allisin bulunmasına bağlamışlardır.

Soğutmasız depolarda allisin miktarı üzerine kısmen lokasyon farkının, mekanik soğutmalı depolarda ve raf ömrü denemelerinde ise depolama sıcaklığı etkili bulunmuştur. MJ uygulamalarının allisin miktarına etkisi belirlenememiştir. Araştırma sonuçlarımıza göre, allisin miktarının düşük olmasının sebebinin analiz yöntemi ve analiz koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Iberl vd. (1990) allisinin, artan depolama sürelerinde hızla allilsülfid, vinildithiin ve ajoene dönüştüğünü belirlemişlerdir. Buna ek olarak, Fujisawa vd. (2008) de allisin miktarını belirlemede ekstraksiyon yöntemi ve kullanılan çözücünün oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde, soğutmasız depolarda sarımsakların, başlar halinde uzun süre depolanabileceği çalışmanın önemli sonuçlarından bir tanesidir. Bu durumun sebebinin ise sarımsakların dinlenmeden daha uzun sürede çıkması, kabuk yapısının koruyucu etkisi ve soyum işlemi kaynaklı mekanik zarar oluşmamasından ileri gelebileceği düşünülmektedir. Ancak depolama süresince ağırlık kaybı ve solunum hızı değerlerinin artmaması için alınabilecek önlemler konusunda yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmada farklı lokasyonlarda depolamanın sarımsak kalitesine etkisi net olarak belirlenememiştir. MJ uygulamalarının etkisi ise farklılık göstermiştir. Bu nedenle belirli sıcaklık ve lokasyondaki stabil bir etki ve dozdan bahsetmek mümkün görünmemektedir.

Diğer yandan, sarımsak dişlerinin MA'de paketlenerek 0°C sıcaklıkta 4 ay, 5°C sıcaklıkta ise 3 ay süre ile depolanabileceği söylenilebilir. İki sıcaklık düzeyi arasındaki farkın sarımsakların dinlenmeden çıkış süresine bağlı olduğu saptanmıştır. Ancak her iki sıcaklıkta da depolama süresinin artışı ile *penicillium* enfeksiyonları artmıştır. 0 ve 5°C'de depolama sonrası yapılan raf ömrü testlerinin sonuçları, soyulmuş sarımsak dişlerinin kalitesi üzerinde sıcaklığın önemli etkisinin olduğunu göstermiştir. 0°C'de depolama ve 7 günlük raf ömrüne tabi tutma işleminin tüm kalite kriterlerini daha iyi koruduğu, kalitenin korunmasında solunum hızının azalmasının etkili olduğu net bir

şekilde ortaya konulmuştur. Bu etki 7 gün süreli yapılan raf ömrü denemelerinde de görülmüştür. Doğal olarak 5°C’de depolanıp raf ömrü testlerine alınan sarımsak örneklerinde ağırlık kaybı ve solunum hızına bağlı kalite kayıpları daha hızlı olmuştur. Bizim denemelerimizde raf ömrü denemeleri 7 gün süreli yapılmakla birlikte ileride yapılacak çalışmalarda raf ömrü süresini belirleyen çalışmalara da ihtiyaç duyulduğu kanaatine varılmıştır. Çalışmada MJ uygulamalarının etkileri stabil bulunmamış, kontrole göre çok az bir farklılık saptanabilmiştir.

Bunlara ek olarak insan sağlığı üzerinde önemli bir antikanserojen etkiye sahip olan sarımsakta daha iyi bir kalite korunumu için farklı ambalaj materyalleri ve özellikle soğutucusuz depolardaki istif şekillerinin dış kalitesine etkisini ortaya koyacak çalışmalara da gerek vardır.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2011. Antakya Ticaret ve Sanayi Odası sarımsak fire oranları. Web Sitesi: dokumanlar.antakyatso.org.tr, Erişim Tarihi: 10.10.2016.
- Anonim. 2015a. Web Sitesi: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>, Erişim Tarihi: 28.03.2015.
- Anonim. 2015b. Web Sitesi: <http://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, Erişim Tarihi: 28.03.2015.
- Anonim. 2016. Web Sitesi: <http://tr.mt.com/tr/tr/home.html>. Erişim Tarihi: 25.06.2016.
- Anonymous. 1990. Solids (soluble) in fruits and fruits products. In: K. Helrich (ed.) Official Methods of Analysis. 15th ed., AOAC Inc., 1230, Arlington, VA.
- Anonymous. 2001. Optimal fresh garlic. Web Sitesi: www.postharvest.com.au, Erişim Tarihi: 24.04.2015.
- Anonymous. 2013a. Web Sitesi: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>, Erişim Tarihi: 28.03.2015.
- Anonymous. 2013b. Web Sitesi: <http://faostat3.fao.org/download/T/TP/E>, Erişim Tarihi: 28.03.2015.
- Anonymous. 2015. Web Sitesi: <http://unlimited-recipes.com/types-of-garlic>, Erişim Tarihi: 20.12.2015.
- Artık, N. ve Poyrazoğlu, E.S. 1994. Kastamonu sarımsağının (*Allium sativum* L.) kimyasal bileşiminin belirlenmesi üzerine araştırma. Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Yayın Organı, 19(1), 3-9.
- Arzanlou, M. and Bohlooli, S. 2010. Introducing of green garlic plant as a new source of alicin. Food Chemistry, 120, 179-183.
- Bae, R.N., Choi, S.Y. and Hong, Y.P. 2008. The qualities of northern and southern ecotype garlic bulbs at different storage temperature. Korean Journal of Food Preservation, 15(5), 635-641.
- Baghalian, K., Ziai, S.A., Naghavi, M.R., Badi, H.N. and Khalighi, A., 2005. Evaluation of allicin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. Scientia Horticulturae, 103(2), 155-166.
- Bahnasawy, A.H. and Dabee, S.A. 2005. Technological studies on garlic storage. Web Sitesi: https://www.researchgate.net/profile/A_Bahnasawy/publications, Erişim Tarihi: 28.12.2015.

- Baltazar, A., Espina-Lucero, J., Ramos-Torres, I. and Gonzalez-Aguilar, G. 2007. Effect of methyl jasmonate on properties of intact tomato fruit monitored with destructive and nondestructive tests. *Journal of Food Engineering*, 80(4), 1086-1095.
- Bayat, F. and Rezvani, S. 2010. Effect of harvesting time and curing temperature on some properties of Iranian white garlic, *Acta Horticultureae*, 877: Proceeding of the 6th International Postharvest Symposium, 8-12 April, Vol 3, 869-875, Antalya, Turkey.
- Bloem, E., Haneklaus, S. and Ewald, S. 2011. Storage life of field-grown garlic bulbs (*Allium sativum* L.) as influenced by nitrogen and sulfur fertilization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 4442-4447.
- Bourtoom, T. 2008. Factors affecting the properties of edible films prepared from mung bean proteins. *International Food Research Journal*, 15(2), 167-180.
- Bozin, B., Minica-Dukic, N., Samojlik, I., Giran, A. and Igic, I. 2008. Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chemistry*, 111(4), 925-929.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Buta, J.G. and Moline, H.E. 1998. Methyl jasmonate extends shelf-life and reduce microbial contamination of fresh-cut celery and peppers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(4), 1253-1256.
- Cantwell, M.I., Kang, J. and Hong, G. 2003a. Heat treatment control sprouting and rooting of garlic cloves. *Postharvest Biology and Technology*, 30(1), 57-65.
- Cantwell, M., Hong, G., Kang, J. and Nie, X. 2003b. Controlled atmospheres retard sprout growth, affect compositional changes, and maintain visual quality attributes of garlic, *Acta Horticultureae* 600: Proceedings of the 8th International Controlled Atmosphere Research Conference, 10 March, Vol 2, 791-794, Rotterdam, Netherlands.
- Cantwell, M.I. 2004. Garlic. Recommendations for maintaining postharvest quality. Website: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts>. Erişim Tarihi: 20.11.2015.
- Casado, F.J., Lopez, A., Rejano, L., Sanchez, A.H. and Montano, A. 2004. Nutritional composition of commercial pickled garlic. *European Food Research and Technology*, 219, 355-359.

- Casado, F.J., Sanchez, A.H., Beato, V.M., De Castro, A. and Montano, A. 2014. Effect of sulfites and sorbates on the preservation and color of pickled blanched garlic under different storage conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 905-911.
- Day, B.P.F. 1993. Fruit and vegetables. In: principles and applications of modified atmosphere packaging of foods. London Blackie Academic and Professional, 114-133, New York.
- Döş, A. ve Ayhan, Z. 2003. Gıdaların modifiye atmosferde paketlenmesi. GAP, III. Tarım Kongresi, 2-3 Ekim 2003, Kongre bildiri kitabı. 437-440, Şanlıurfa.
- Dronachari, M., Venkatachalapathy, K. and Rajashekarappa, K. 2010. Effect of pretreatments and packaging on shelf life of peeled garlic cloves. *Journal of Dairying, Foods and Home Sciences*, 29(2), 130-135.
- Dziri, S., Hassen, I., Fatnassi, S., Mrabet, Y., Casabianca, H., Hanchi, B. and Hosni, K. 2012. Phenolic constituents, antioxidant and antimicrobial activities of rosy garlic (*Allium roseum* var. *odoratissimum*). *Journal of Functional Foods*, 4(1), 423-432.
- Ergün, M. ve Kösetürkmen, N. 2008. Jasmonik asit ve salisilik asit uygulamalarının rendelenmiş taze havuç kalitesi üzerine etkileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1), 49-55.
- Evren, M., Apan, M. ve Albayram, C. 2006. Sarımsağın antimikrobiyel özellikleri. *Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildiri Kitabı*, 24-26 Mayıs, 689-692, Bolu.
- Exama, A., Arul, J. and Lencki, R.W. 1993. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 58(6), 1365-1370.
- Feng, S.Q. 2001. Problems and countermeasures in postharvest handling of fruits and vegetables in China. *Proceedings of a workshop held in Beijing, People's Republic of China*, 9-11 May, *Acia Proceedings*, No:105, 8-11. Australia.
- Floros, D. J. 1990. Controlled and modified atmospheres in food packaging and storage. *Chemical Engineering Progress*, 86(6), 25-32.
- Fujisawa, H., Suma, K., Origuchi, K., Kumagai, H., Seki, T. and Ariga, T. 2008. Biological and chemical stability of garlic-derived allicin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 4229-4235.
- González-Aguilar G.A., Buta, J.G. and Wang, C.Y. 2001. Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour development of "Kent" mangoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(13), 1244-1249.

- González-Aguilar, G.A., Buta, J.G. and Wang, C.Y. 2003. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya "Sunrise". *Postharvest Biology and Technology*, 28(3), 361-370.
- González, R.E., Burba, J.L. and Camargo, A.B. 2013. A physiological indicator to estimate allicin content in garlic during storage. *Journal of Food Biochemistry*, 37(4), 449-455.
- Gundlach, H., Müller, M.J., Kutchan, T.M. v and Zenk., M.H. 1992. Jasmonic acid is a signal transducer in elicitor-induced plant cell cultures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(6), 2389-2393.
- Halloran, N., Yanmaz, R., Kasım, M. U. and Kasım, R. 2000. Modified atmospheric storage of Kandil bell pepper cultivar. *Gıda Dergisi*, 25(2), 129-132.
- Hughes, J., Collin, H.A., Tregova, A., Tomsett, A.B., Cosstick, R. and Jones, M.G. 2006. Effect of low storage temperature on some of the flavour precursors in garlic (*Allium sativum*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 81-85.
- Iberl, B., Winkler, G., Müller, B. and Knobloch, K. 1990. Quantitative determination of allicin and alliin from garlic by HPLC. *Planta Medica*, 56(3), 320-326.
- Ipek, M., Ipek, A. and Simon, P.W. 2008. Molecular characterization of Kastamonu garlic: An economically important garlic clone in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 115(2), 203-208.
- Izigov, N., Farzam, N. and Savion, N. 2011. S-allylmercapto-N-acetylcysteine up-regulates cellular glutathione and protects vascular endothelial cells from oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, 50(9), 1131-1139.
- Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. 1989. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(1), 1-30.
- Kang, J. and Lee, S. 1999. Modified atmosphere packaging of peeled garlic cloves. *Food Science and Biotechnology*, 8(1), 68-71.
- Kang, J. and Hong, G. 2001. Effects of storage gas concentration on the qualities of garlic (*Allium sativum* L.) bulb during CA storage. *Korean Journal Postharvest Science and Technology*, 8(3), 258-263.
- Kavalcová, P., Bystrická, J., Tomáš, J., Karovičová, J. and Kuchtová, V. 2014. Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxidant activity in onion, garlic and leek. *Potravinárstvo Scientific Journal for Food Industry*, 8(1), 272-276.

- Kaynaş, K., Beşirli, G. ve Özelkök, S. 1995. Farklı sıcaklıklarda depolanan sarımsaklarda dinlenme süresi ve dinlenme süresince yumru içsel hormon değişimlerinin saptanması. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yayın No:87, Yalova.
- Kodera, Y., Ayabe, M., Ogasawara, K., Yoshida, S., Hayashi, N. and Ono, K. 2002. Allixin accumulation with long-term storage of garlic. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 50(3), 405-407.
- Kumara, B.R. and Patil, S. 2015. Effect of pre-harvest sprays of growth regulators and chemicals on storage life of garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops, 24(1), 47-50.
- Küşümler, A., Özdemir, M. and Ayyıldız, S. 2006. Modified atmosphere packaging of peeled garlic cloves. Proceedings of the 3rd Central European Congress on Food, 22-24 May, Congress Book, 1-9, Sofia, Bulgaria.
- Lee, D.S., Kang, J.S. and Renault, P. 2000. Dynamics of internal atmosphere and humidity in perforated packages of peeled garlic cloves. Internal Journal of Food Science and Technology, 35(5), 455-464.
- Li, T.M., Li, T., Li, W. and De Yang, L. 2015. Changes in antioxidant capacity, levels of soluble sugar, total polyphenol, organosulfur compound and constituents in garlic clove during storage. Industrial Crops and Products, 69, 137-142.
- Lu, X., Ross, C.F., Powers, J.R., Aston, D.E. and Rasco, B.A. 2011. Determination of total phenolic content and antioxidant activity of garlic (*Allium sativum*) and elephant garlic (*Allium ampeloprasum*) by attenuated total reflectance-fourier transformed infrared spectroscopy. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(10), 5215-5221.
- Martins, N., Petropoulos, S. and Ferreira, I.C.F.R. 2016. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions. Food Chemistry, 211, 41-50.
- Mashayekhi, K., Chiane, S.M., Mianabadi, M., Ghaderifar, F. and Mousavizadeh, S.J. 2016. Change in carbohydrate and enzymes from harvest to sprouting in garlic. Food Science and Nutrition, 4(3), 370-376.
- Mazurek, A. and Jamroz, J. 2014. Precision of dehydroascorbic acid quantitation with the use of the subtraction method–Validation of HPLC–DAD method for determination of total vitamin C in food. Food Chemistry, 173, 543-550.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27(12), 1254-1255.

- Meir, S., Philosoph-Hadas, S., Lurie, S., Droby, S., Akerman, M., Zauberman, G., Shapiro, B., Cohen, E. and Fuch, Y. 1996. Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit, and bell pepper by methyl jasmonate. *Canadian Journal of Botany*, 74(6), 870-874.
- Mirzaei, R., Liaghati, H. and Damghani, A.M. 2007. Evaluating yield quality and quantity of garlic as affected by different farming systems and garlic clones. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10(13), 2219-2224.
- Montano, A., Casado, F.C., Castro, A.D., Nchez, A.H.S. and Rejano, L. 2004. Vitamin content and amino acid composition of pickled garlic processed with and without fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(24), 7324-7330.
- Moretti, C.L., Sargent, S.A., Huber, D., Calbo, A.G. and Puschmann, R. 1998. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule, and placental tissues of tomatoes with internal bruising. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 123(4), 656-660.
- Mueller, M.J., Brodschelm, W., Spannagl, E. and Zenk, M.H. 1993. Signaling in the elicitation process is mediated through the octadecanoid pathway leading to jasmonic acid. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90(16), 7490-7494.
- Myung Suk, O. 2004. Changes in quality characteristics of chopped garlic with various storage method. *Journal of Korean Food and Nutrition*, 42(1), 167-180.
- Nei, D., Nakamura, N., Umehara, H., Roy, P., Okadome, H., Ishikawa, Y. and Shiina, T. 2007. Effect of Temperature and Gas Composition on Quality of Garlic Bulbs. *International Conference on Quality Management of Fresh Cut Produce*, 1 August, *Acta Horticulturae*, 746(1), 77-82, Bangkok, Thailand.
- Ning, X.F., Kang, T.H., Park, J.W. and Han, C.S. 2013. Secondary drying effects on garlic quality after low temperature storage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42(9), 1452-1460.
- Nuevo, P.A. and Bautista, O.A. 2001. Morpho-anatomical features and post harvest changes in garlic (*Allium sativum* L.) harvested at different maturities, ISHS 2nd International Symposium on Edible Alliaceae, 30 June, *Acta Horticulturae* 555, 195-206, Adelaide, Australia.
- Nuutila, A.M., Puupponen-Pimia, R., Aarni, M. and Oksman-Caldentey, K.M. 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 81(4), 485-493.

- Pardo, J.E., Escribano, J., Gómez, J. and Alvarruiz, A. 2007. Physical-chemical and sensory quality evaluation of garlic cultivars. *Journal of Food Quality* 30(5), 609-622.
- Park, Y. 1999. Effects of MA packaging and shelf temperatures on the quality of garlic cloves during simulated marketing and consumption. *ISHS International Symposium on Vegetable Quality of Fresh and Fermented Vegetables*, 1 January, Acta Horticulturae 483, 331-338, Seoul, Korea.
- Park, M.H. and Kim, J.G. 2015. Low-dose UV-C irradiation reduces the microbial population and preserves antioxidant levels in peeled garlic (*Allium sativum* L.) during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 100, 109-112.
- Paull, R. and Chen, N.S. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 21(1), 21-37.
- Pellegrini, C.N. and Orioli, G.A. 2000. Identification of the method used to inhibit sprouting in garlic. *ISHS 25th International Horticultural Congress*, 1 March, Acta Horticulturae, 518(1), 55-61, Brussels, Belgium.
- Pérez, A.G., Sanz, C., Olías, R. and Olías, J.M. 1997. Effect of methyl jasmonate on in vitro strawberry ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(10), 3733-3737.
- Põldma, P., Moor, U., Merivee, A. and Tõnutare, T. 2012. Effect of controlled atmosphere storage on storage life of onion and garlic cultivars. *ISHS 4th International Conference Postharvest Unlimited*, 1 April, Acta Horticulturae 945, 63-69, Leavenworth, USA.
- Prachayawarakorn, S., Sawangduanpen, S., Saynampheung, S., Poolpatarachewin, T., Soponronnarit, S. and Nathakarakule, A. 2004. Kinetics of colour change during storage of dried garlic slices as affected by relative humidity and temperature. *Journal of Food Engineering*, 62(1), 1-7.
- Priecina, L. and Karlina, D. 2013. Total polyphenol, flavonoid content and antiradical activity of celery, dill, parsley, onion and garlic dried convective and microwave-vacuum dryers. *2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, International Association of Computer Science and Information Technology Press*, Vol 53, 107-112. Singapore.
- Queiroz, Y.S., Ishimoto, E.Y., Bastos, D.H., Sampaio, G.R. and Torres, E.A. 2009. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. *Food Chemistry*, 115(1), 371-374.
- Randle, W.M. and Lancaster, J.E. 2002. Sulphur compounds in Alliums in relation to flavour quality, In: *Allium crop science: recent advances*, Chapter 14, Rabinowitch, H.D. ve Currah, L. (eds), CAB International, 329-356, Wallingford, United Kingdom.

- Ratanamarno, S. and Supa, C. 2015. Pre-harvest treatment for sprouting inhibition and storage temperature for garlic (*Allium sativum* L.), ISHS 2nd Southeast Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems, 30 June, Acta Horticulturae 1088, 449-452, Vientiane, Laos.
- Rejano, L., Sánchez, A.H., De Castro, A. and Montaña, A. 1997. Chemical characteristics and storage stability of pickled garlic prepared using different processes. *Journal of Food Science*, 62(6), 1120-1123.
- Rejano, L., Castro, A.D., Sánchez, A.H., Casado, F.J. and Montano, A. 2004. Thermal kinetics of pungency loss in relation to the quality of pickled garlic. *International Journal of Food Science and Technology*, 39(3), 311-317.
- Rojas-Grau, M.A., Avena-Bustillos, R.J., Olsen, C., Friedman, M. and Henika, P.R. 2007. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films. *Journal of Food Engineering*, 81(3), 634-41.
- Rybak, M.E., Calvey, E.M. and Harnly, J.M. 2004. Quantative determination of allicin in garlic: Supercritical fluid extraction and standard addition of alliin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(4), 682-687.
- Shiina, T., Umehara, H., Miyatake, F. and Nakamura, N. 2005. The mechanisim controlling maintenance of produce initial water content during long term storage: Exemplification by using garlic bulb. ISHS5th International Postharvest Symposium, 30 June, Acta Horticulturae 682(3), 879-886, Verona, Italy.
- Singh, R.K., Dubey, B.K. and Bhonde, S.R. 2012. Studies on some genotypes for yield, quality and storage in garlic. *SAARC Journal of Agriculture*, 10(2), 165-170.
- Soares, N.D.F.F., Geraldine, R.M., Pushmann, R. and Teles, C.S. 2002. PVC and LDPE for packing minimally processed garlic. *Packaging Technology and Science*, 15(3), 109-114.
- Soccol, C.R., Vandenberghe, L.P.S., Rodrigues, C. and Pandey, A. 2006. New perspectives for citric acid production and application. *Food Technology and Biotechnology*, 44(2), 141-149.
- Strail, P., Klejdus, B. and Kuban, V. 2006. Determination of total content of phenolics compounds and their antioxidant activity in vegetables-evaluation of spectrophotometric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3), 607-616.
- Torun, M. 2015. Gama ışınlama ve yenilebilir kaplamanın farklı koşullarda depolanan soyulmuş diş sarımsağın raf ömrü üzerine etkisi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 148, Antalya.

- Tung, Y. and Chung, W. 1989. Stability of allicin in garlic juice. *Journal of Food Science*, 54(4), 977-981.
- Vatsyayan, S., Brar, P.S. and Dhall, R.K. 2014. Assessment of shelf life of garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *Indian Journal of Ecology*, 41(2), 385-388.
- Vázquez-Barrios, M.E., Lo'pez-Echevarri'a, G., Mercado-Silva, E., Castan'ño Tostado, E. and Leo'n-Gonza'lez, F. 2006. Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 108(2), 127-132.
- Verissimo, T., Gil, L. and Cunha, L.M. 2010. Impact of different disinfection treatments on the quality retention of minimally processed garlic. *Proceeding of the 6th International Postharvest Symposium*, 8-12 April, Acta Horticultureae, 877, 627-633, Antalya, Turkey.
- Vick, B.A. and Zimmerman, D.C. 1984. Biosynthesis of jasmonic acid by several plant species. *Plant Physiology*, 75(2), 458-461.
- Wang, C.Y. 1998. Methyl jasmonate inhibits postharvest sprouting and improves storage quality of radishes. *Postharvest Biology and Technology*, 14(2), 179-183.
- Wang, S.Y. and Zheng, W. 2005. Preharvest application of methyl jasmonate increases fruit quality and antioxidant capacity in raspberries. *International Journal of Food Science Technology*, 40(2), 187-195.
- Zagory, D. and Kader, A.A. 1989. Quality maintenance in fresh fruit and vegetables by controlled atmospheres. In: *Quality Factors of Fruit and Vegetables*, Jen, J.J. (eds), American Chemical Society, 174-188, Washington, USA.
- Zhu, Z. and Tian, S. 2012. Resistant responses of tomato fruit treated with exogenous methyl jasmonate to *Botrytis cinerea* infection. *Scientia Horticulturae*, 142, 38-43.
- Zor, T.T. 2006. Kastamonu sarımsağının (*Allium sativum* L.) allicin ve alliin içeriğinin HPLC ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 75, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selen AKAN

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 09.04.1984

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Çankaya Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı Lise) (2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
(2003-2007)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri
Anabilim Dalı (2007-2009)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Görevlisi
(2010-...)

Hakemli Dergiler

Akan, S. ve Halloran, N. 2012. Hasat öncesi ve hasat sonrası uygulamaların sarımsakta depo ömrü ve kaliteye etkisi. Gıda Dergisi, 37(4), 227-234.

Akan, S., Veziroğlu, S. ve Halloran N. 2012. Sarımsak yetiştiriciliği. Hasad Dergisi, Bitkisel Üretim Eki, 332, 82-84.

Akan, S., Veziroğlu, S., Özgün, Ö. ve Ellialtığlu, Ş.Ş. 2013. Fonksiyonel gıda olarak tüketilen turp (*Raphanus sativus* L.) sebzesinin insan sağlığı açısından önemi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 23(3), 289-295.

Akan, S. 2013. Using as a drug and food of industrial waste garlic skins. Emirates Journal of Food and Agriculture (Abstract book), 25(1), 75.

Akan, S. 2014. Siyah sarımsak. Gıda Dergisi, 39(6), 363-370.

Akan, S. 2014. Sarımsağın insan sağlığına yararları. Akademik Gıda Dergisi, 12(2), 95-100.

Yanmaz, R., **Akan, S.** ve Salman, A. 2015. Türkiye’den toplanan kestane kabağı (*Cucurbita Maxima* Duchesne) genotiplerinde meyve et rengi ile karotenoid miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Bahçe Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi, 45(2), 55-60.

Uluslararası Kongre Sunum

Akan, S. 2011. Sarımsak üretim ve ticaretinin türkiye ve dünyadaki gelişimi. International Foreign Trade and Agriculture Strategies Symposium, 8-10 Aralık, Bildiri Kitabı, 503-506, Kilis, Türkiye.

Akan, S. and Halloran, N. 2013. Postharvest garlic disorders and possible causes. 2nd International Symposium on Discovery and Development of Innovative Strategies for Postharvest Disease Management. 29 April-2 May, Abstract Book, 17, İzmir, Turkey.

Akan, S., Cakirer, G., Yanmaz, R. and Demir, K. 2015. Evaluation of edible vegetable sprouts in terms of health. 1st Turkish Congress of One Health. 9-10 April, Abstract Book, 22, Konya, Turkey.

Cakirer, G., **Akan, S.,** Demir, K. and Yanmaz, R. 2015. Hormones, growth regulators and their use in horticulture. 1st Turkish Congress of One Health. 9-10 April, Abstract Book, 95, Konya, Turkey.

Akan, S. 2015. Health promoting properties of black garlic. 1st Turkish Congress of One Health. 9-10 April, Abstract Book, 94, Konya, Turkey.

Akan, S. and Tuna Gunes, N. 2015. Relationships between methyl jasmonate treatments and some quality criteria of ‘Taskopru’ garlic (*Allium sativum* L.) cloves during storage. ISHS The 7th International Symposium on Edible Alliaceae. 21-25 May, Abstract Book, 65, Niğde, Turkey.

Ulusal Kongre Sunum

Kenanoğlu, B.B., Çelikkol, T., **Akan, S.,** Yetişir, H., Keleş, D. ve Demir, İ. 2007. Su Kabağı (*Lagenaria siceraria*) tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı tuz uygulamaları ve yetiştirme dönemlerinin düşük sıcaklıktaki etkisi. Türkiye 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül, Bildiri Kitabı, 2, 229-231, Erzurum.

Halloran, N. ve **Akan, S.** 2010. Bazı sebzelerde bulunan antikanserojenik bileşikler. 8. Sebze Tarımı Sempozyumu, 22-27 Haziran, Bildiri Kitabı, 1, 355-359, Van.

- Yaralı, F., Yanmaz, R. ve **Akan, S.** 2011. Türkiye’de sebze tohum uygulamalarına yönelik araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi. Türkiye 4. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran, Bildiri Kitabı, 1, 211-216. Samsun.
- Bakoğlu, N, Özüpek, Ö., Halloran, N., Tuna Güneş, N. ve **Akan, S.** 2012. Bahçe ürünleri muhafazasında sıcaklık uygulamaları. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim, Özet Kitabı, 346, Hatay.
- Akan, S.** ve Halloran, N. 2012. Sarımsağın insan sağlığı açısından önemi. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim, Özet Kitabı, 181, Hatay.
- Akan, S.**, Veziroğlu, S., Bilgin, S.S., Taşan, İ., Özgün, Ö., Ceceloğlu, F., Çakırer, G., Ellialtıoğlu, Ş. ve Halloran, N. 2012. Örtüaltında yetiştirilen ve farklı zamanlarda hasatı yapılan fındık turplarının bitkisel ve kalite özelliklerinin karşılaştırılması. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül, Bildiri Kitabı, 358-362, Konya.
- Akan, S.**, Aydın, M. ve Yanmaz, R. 2012. Ankara koşullarında yetiştirilen Kastamonu ve Çin sarımsağının morfolojik özellikler yönünden karşılaştırılması. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül, Bildiri Kitabı, 16-19, Konya.
- Akan, S.** ve Halloran, N. 2012. *Solanaceae* familyasına ait sebze türlerinin muhafazası. 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 18-21 Eylül, Bildiri Kitabı, 1, 405-412, İzmir.
- Bilgin, S.S., **Akan, S.** ve Halloran, N. 2012. *Agaricus bisporus* ve bazı *Pleurotus* spp. türlerinin muhafazası. 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 18-21 Eylül, Bildiri Kitabı, 1, 425-428, İzmir.
- Veziroğlu, S., **Akan, S.** ve Halloran, N. 2012. Marul (*Lactuca sativa* L.) muhafazası. 5. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu 18-21 Eylül, Bildiri Kitabı, 1, 413-418, İzmir.
- Selçuk, H.B, Güneş, C.Ö, Tombul, İ.B. ve **Akan, S.** 2014. Sarımsağın fonksiyonel özelliği ve güncel yaklaşımlar. Ziraat Mühendisliği 10. Öğrenci Kongresi, 17 Nisan, Bildiri Kitabı, 1, 203, Ankara.
- Yanmaz, R., Sarıkamış, G., **Akan, S.** ve Özden, Ş.Y. 2014. Farklı yetiştirme ortamlarının sebze filizi yetiştiriciliğindeki etkinliğinin belirlenmesi. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, 2-4 Eylül, Bildiri Kitabı, 1, 351-356, Tekirdağ.
- Yanmaz, R., Duman, İ., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Balkaya, A., Kaymak, H.Ç., **Akan, S.** ve Özalp, R. 2015. Sebze üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak, Bildiri Kitabı, 1, 579-605, Ankara.

- Akan, S.** ve Yanmaz, R. 2015. Organik gıdaların besin kalitesi ve insan sağığına etkileri yönünden değeriendirilmesi. Doğı Karadeniz 2. Organik Tarım Kongresi, 06-09 Ekim, Bildiri Kitabı (Basım aşamasında), Pazar, Rize.
- Akan, S.,** Yanmaz, R., Tuna Güneş, N. ve Halloran N. 2016. Farklı depolama sıcaklıklarının modifiye atmosferde paketlenen soyulmuş sarımsaklarda diş kalitesine etkisi. VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 04-07 Ekim, Bildiri Kitabı (Basım aşamasında), Eğirdir, Isparta.
- Akan, S.,** Yanmaz, R., Çakırer, G. ve Demir K. 2016. Metil jasmonatın sebzelerde hasat öncesi ve hasat sonrası fizyolojisine Etkisi. XI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Ekim, Bildiri Kitabı (Basım aşamasında), Ordu.
- Çakırer, G., **Akan, S.,** Demir K. ve Yanmaz, R. 2016. Bahçe bitkilerinde kullanılan ışıık Kaynakları. XI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Ekim, Bildiri Kitabı (Basım aşamasında), Ordu.